

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

UM ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA PERSONALIDADE
HUMANA NA APLICAÇÃO DE MÉTRICAS DE SOFTWARE ORIENTADAS A
OBJETO

ANDERSON SANTOS BARROSO

SÃO CRISTÓVÃO/SE
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

ANDERSON SANTOS BARROSO

**UM ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA PERSONALIDADE HUMANA NA
APLICAÇÃO DE MÉTRICAS DE SOFTWARE ORIENTADAS A OBJETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação (PROCC) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Patrício Chagas do Nascimento

Coorientador: Prof. Dr. Michel Santos Soares

SÃO CRISTÓVÃO/SE
2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

B277e Barroso, Anderson Santos
Um estudo sobre a influência da personalidade humana na aplicação de métricas de software orientadas a objeto / Anderson Santos Barroso ; orientador Rogério Patrício Chagas do Nascimento. – São Cristóvão, 2016.
91 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ciências da computação)–
Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Programas de computador. 2. Personalidade. 3. Software - Desenvolvimento. 4. Tecnologia da informação. I. Nascimento, Rogério Patrício Chagas do. II. Título.

CDU: 004.4:005.21

ANDERSON SANTOS BARROSO

**UM ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA PERSONALIDADE HUMANA NA
APLICAÇÃO DE MÉTRICAS DE SOFTWARE ORIENTADAS A OBJETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação (PROCC) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rogério Patrício Chagas do Nascimento,
Presidente
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Prof. Dr. Michel Santos Soares
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Profa. Dra. Leila Maciel de Almeida e Silva
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Prof. Dr. Arilo Cláudio Dias Neto
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

UM ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA PERSONALIDADE HUMANA NA APLICAÇÃO DE MÉTRICAS DE SOFTWARE ORIENTADAS A OBJETO

Este exemplar corresponde à redação da
Dissertação de Mestrado, sendo a defesa
do mestrando Anderson Santos Barroso
para ser aprovada pela banca
examinadora.

Trabalho aprovado. São Cristóvão, 30 de março de 2017:

Prof. Dr. Rogério Patrício Chagas do Nascimento
Orientador

Prof. Dr. Michel Santos Soares
Coorientador

Profa. Dra. Leila Maciel de Almeida e Silva
Membro Interno

Prof. Dr. Arilo Cláudio Dias Neto
Membro Externo

*Dedico a minha família, fonte de
inspiração, compreensão e resiliência*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Wilson Barroso e Ana Célia Barroso (*i.m.*) pela oportunidade de saciar a minha sede de conhecimento, à minha esposa Sílvia Fernanda Barroso, pelo companheirismo e amor, às minhas filhas Letícia e Mirella, fonte da minha disposição e perseverança. Aos amigos da Universidade Tiradentes, instituição que sempre honrou a minha trajetória. À colega de mestrado Jamille Madureira pela frutífera parceria e conquistas alcançadas. Aos companheiros de caminhada e professores do PROCC pelo grande aprendizado proporcionado. Por fim, aos meus renomados orientadores Prof. Dr. Rogério Patrício C. do Nascimento e Prof. Dr. Michel Santos Soares. Obrigado pela transferência de conhecimentos, dedicação, compreensão e impecáveis orientações.

RESUMO

A personalidade dos profissionais de engenharia de software tem sido um elemento contínuo de interesse na pesquisa acadêmica. Os pesquisadores aplicaram diferentes modelos de análise de personalidade em várias áreas de engenharia de software para identificar pontos de melhoria, promover a satisfação no trabalho e organizar melhor as equipes. Entre esses modelos destacamos o MBTI e BIG Five. Esta dissertação objetiva realizar um estudo para avaliar modelos de personalidade aplicados em engenharia de software e compreender como a personalidade humana influencia a qualidade do software. Dois experimentos controlados foram realizados, o primeiro na indústria, no departamento de TI de uma instituição privada de ensino superior e o segundo em uma disciplina de programação avançada na academia. Para ambas as experiências, a qualidade do software produzido individualmente por cada participante foi avaliada utilizando métricas de software para linguagens de paradigma orientadas a objetos. Como resultado, há evidências de que desenvolvedores com personalidades diferentes não desenvolvem software de qualidade igual. Como os experimentos foram realizados em uma única localização geográfica com uma cultura de desenvolvimento de software própria, estudos adicionais precisam ser realizados para determinar qualquer ligação real entre personalidade e qualidade de software.

Palavras-chave: Personalidade. Métricas de software OO. Desenvolvimento de software. MBTI. *Big Five*.

ABSTRACT

Personality of software engineering professionals has been a continuous element of interest in academic research. Researchers have applied different models of personality analysis in various software engineering areas to identify improvement points, to promote job satisfaction and to better organize teams. Among these models, we can highlight the MBTI and BIG Five. This work aims to conduct a study to evaluate personality models applied in software engineering and to understand how human personality influences software quality. Two controlled experiments were performed, the first in industry, in IT department of a private higher education institution and the second in an advanced programming discipline in academy. For both experiments, the quality of software individually produced by each participant was evaluated using software metrics for object-oriented paradigm languages. As a result, there is evidence that developers with different personalities do not develop software of equal quality. As the experiments were run in a single geographic location with an own software development culture, additional studies need to be performed to determine any real link between personality and software quality.

Key-words: Personality. OO software metrics. Software development. MBTI. Big Five.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Publicações por ano	27
Figura 2.2 – Tipos de personalidade MBTI	32
Figura 3.1 – Distribuição de frequência da métrica CBO por tipo de personalidade	45
Figura 3.2 – Distribuição de frequência da métrica CC por tipo de personalidade	45
Figura 3.3 – Distribuição de frequência da métrica DIT por tipo de personalidade.	46
Figura 3.4 – Distribuição de frequência da métrica LOC por tipo de personalidade	46
Figura 3.5 – Distribuição de frequência da métrica MI por tipo de personalidade	46
Figura 4.1 – Participantes X Fatores Big Five.	58
Figura 4.2 – Participantes X MI Metric.	58
Figura 4.3 – Participantes X DIT Metric	59
Figura 4.4 – Participantes X CC Metric	59
Figura 4.5 – Participantes X CBO Metric.	60
Figura 5.1 – Resultado do teste MBTI - Exemplo	69
Figura 5.2 – Participantes x sexo	75
Figura 5.3 – Participantes x idade	75
Figura 5.4 – Participantes x tipos MBTI x sexo	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Etapas de seleção.....	28
Tabela 2.2 – Estudos primários incluídos	30
Tabela 2.3 – Características específicas dos fatores Big Five	33
Tabela 2.4 – Estudos selecionados	35
Tabela 2.5 – Características específicas das métricas tradicionais.....	39
Tabela 2.6 – Características específicas das métricas CK	40
Tabela 3.1 – Participantes X Experiência	42
Tabela 3.2 – Relação programador X personalidade	44
Tabela 3.3 – Resultados dos testes de personalidade.....	44
Tabela 3.4 – Tipo de personalidade x LOC.....	47
Tabela 4.1 – Valores ideais para os fatores Big Five	51
Tabela 4.2 – Valores ideais para software desenvolvidos em C#	51
Tabela 4.3 – Escolaridade x experiência dos participantes.....	56
Tabela 4.4 – Shapiro-Wilk teste de normalidade.....	60
Tabela 4.5 – Relação geral Big Five X métricas OO.....	61
Tabela 4.6 – Relação Big Five X métrica DIT	62
Tabela 4.7 – Comparação entre os dois cenários analisados	63
Tabela 4.8 – Comparação com trabalhos relacionados	63
Tabela 5.1 – Valores ideais para software desenvolvidos em Java	69
Tabela 5.2 – Resultado do teste MBTI dos participantes	76
Tabela 5.3 – Participantes X média valores das métricas CK	77
Tabela 5.4 – Teste <i>Shapiro-Wilk</i>	79
Tabela 5.5 – Teste ANOVA - Cenário 1	80
Tabela 5.6 – Teste ANOVA - Cenário 2.....	80
Tabela 5.7 – Comparação entre os dois cenários analisados	81
Tabela 5.8 – Relação entre tipos Extrovertidos e Introvertidos (Test T)	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM	Computing Classification System
API	Application Programming Interfaces
Big Five	Big Five Personality Dimensions
ETAT	Exploratory Testing Aptitude Test
FFM	Five Factor Model
GQM	Goal Question Metric
IDE	Integrated Development Environment
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
JDS	Job Diagnostic Survey
KTS	Keirsey Temperament Sorter
MBTI	Myers-Briggs Type Indicator
PSI	Personal Style Inventory
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
TFS	Team Foundation Service

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2 QUESTÕES DE PESQUISA	17
1.3 OBJETIVOS	17
1.4 REVISÃO DA LITERATURA CORRELATA	18
1.4.1 Uma relação entre personalidade, satisfação e qualidade de software	19
1.4.2 Avaliação da influência da personalidade em teste de software	20
1.4.3 Os efeitos dos traços da personalidade sobre pares de programadores	21
1.4.4 Uma investigação dos traços de personalidade de testadores de Software	21
1.4.5 Relação entre performance e personalidade de desenvolvedores	22
1.5 METODOLOGIA	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1 A PERSONALIDADE DOS PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA DE SOFTWARE	25
2.1.1 Questões de pesquisa	25
2.1.2 Processo de busca	26
2.1.3 Condução da revisão sistemática	26
2.1.3.1 <i>Processo de seleção e avaliação da qualidade dos estudos primários</i>	27
2.1.3.2 <i>Critérios para inclusão e exclusão dos artigos</i>	27
2.1.3.3 <i>Estratégia de extração de informação</i>	28
2.1.4 Análise dos Resultados da Revisão Sistemática	30
2.1.4.1 <i>Myers-Briggs Type Indicator(MBTI)</i>	31
2.1.4.2 <i>Big Five Personality Dimensions</i>	32
2.1.4.3 <i>FFM – Five Factor Model</i>	34
2.1.4.4 <i>Outros modelos</i>	34
2.2 MÉTRICAS DE SOFTWARE ORIENTADAS A OBJETOS	38
3 PROJETO PILOTO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA	42
3.1 EXECUÇÃO DO PROJETO PILOTO	42
3.2 RESULTADOS DO PROJETO PILOTO	44

3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO PILOTO.....	47
---	----

4 ESTUDO DE CASO 1: BIG FIVE X MÉTRICAS DE SOFTWARE OO 48

4.1 DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO DO ESTUDO DE CASO 1 48

4.1.1 Definição do objetivo 48

4.1.2 Planejamento..... 49

4.1.2.1 Formulação das hipóteses..... 49

4.1.2.2 Variáveis independentes..... 50

4.1.2.3 Variáveis dependentes 52

4.1.2.4 Variáveis intervenientes..... 52

4.1.2.5 Seleção dos participantes 52

4.1.2.6 Projeto do experimento..... 53

4.1.2.7 Instrumentação 53

4.2 OPERAÇÃO DO EXPERIMENTO DO ESTUDO DE CASO 1..... 54

4.2.1 Preparação 54

4.2.2 Execução..... 54

4.2.2.1 Coleta dos dados..... 55

4.2.3 Validação dos dados 55

4.3 OPERAÇÃO DO EXPERIMENTO DO ESTUDO DE CASO 1..... 56

4.3.1 Análise e interpretação dos resultados 56

4.3.1.1 A análise dos participantes 56

4.3.1.2 O teste Big Five dos participantes..... 57

4.3.1.3 Os valores das métricas de software 57

4.3.1.4 A relação entre personalidade e métricas OO 59

4.3.1.5 Comparação com os trabalhos relacionados 63

4.3.2 Ameaças à validade 64

5 ESTUDO DE CASO 1: BIG FIVE X MÉTRICAS DE SOFTWARE OO 66

5.1 DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO DO ESTUDO DE CASO 2 66

5.1.1 Definição do objetivo 66

5.1.2 Planejamento..... 67

5.1.2.1 Formulação das hipóteses..... 67

5.1 2.2 Variáveis independentes.....	68
5.1 2.3 Variáveis dependentes	70
5.1 2.4 Variáveis intervenientes.....	70
5.1 2.5 Seleção dos participantes.....	70
5.1 2.6 Projeto do experimento.....	71
5.1 2.7 Instrumentação.....	72
5.2 OPERAÇÃO DO EXPERIMENTO DO ESTUDO DE CASO 2.....	72
5.2.1 Preparação.....	72
5.2.2 Execução.....	73
5.2.2.1 Coleta dos dados.....	73
5.2.3 Validação dos dados	74
5.3 OPERAÇÃO DO EXPERIMENTO DO ESTUDO DE CASO 2.....	74
5.3.1 Análise e interpretação dos resultados	74
5.3.1.1 A análise dos participantes	75
5.3.1.2 O teste Big Five dos participantes.....	76
5.3.1.3 Os valores das métricas de software	77
5.3.1.4 A relação entre personalidade e métricas OO	79
5.3.1.5 Comparação com os trabalhos relacionados	81
5.3.2 Ameaças à validade	83
6 CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS.....	86

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será mostrada uma visão preliminar do assunto abordado na pesquisa. As seções são apresentadas, nesta ordem: a contextualização na Seção 1.1, as questões de pesquisa na Seção 1.2, os objetivos do trabalho na Seção 1.3, a revisão da literatura correlata na Seção 1.4, a metodologia aplicada na Seção 1.5 e, por fim, a estrutura do trabalho na Seção 1.6.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

No mundo atual, as organizações modernas estão cada vez mais concentrando seus esforços em criatividade e inovação, enquanto se empenham para se manterem competitivas em relação às mudanças produzidas pelo mercado (VARONA et al., 2012). Essa atitude influencia diretamente a área de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação), que precisa estar totalmente alinhada ao planejamento estratégico da empresa. Para garantir esse alinhamento, metodologias, técnicas e tecnologias de desenvolvimento de software vem sendo criadas e aprimoradas, exigindo constantes atualizações e treinamentos por parte da equipe de desenvolvimento. Saber em qual atividade o desenvolvedor terá melhor rendimento surge como um ponto a ser analisado (FERREIRA; NATASHA; LANGERMAN, 2014).

Recentemente, Spinellis e Androutsellis-Theotokis (SPINELLIS; ANDROUTSELLIS-THEOTOKIS, 2014) fizeram uma análise da estrutura de desenvolvimento de software em diferentes empresas. Eles concluíram que o sucesso de uma equipe depende exclusivamente das metas estabelecidas aos seus membros, dos controles exigidos, dos padrões pré-definidos e das regras da empresa que influenciam diretamente no trabalho das equipes de engenharia de software. Para isso, é preciso identificar as questões técnicas e gerenciais de cada indivíduo, com a finalidade de formar melhores equipes.

Diante desse cenário, o processo de desenvolvimento de software tem se tornado uma tarefa difícil e complexa, na qual as atividades exigem do desenvolvedor competências diversificadas, e a criatividade e curto prazo para cumprir metas precisam ser balanceadas ao longo desse processo (SPINELLIS; ANDROUTSELLIS-THEOTOKIS, 2014).

O que se tem observado é que a qualificação dos profissionais pode não ser suficiente para garantir que um projeto logrará êxito ao seu término, pois, a cada dia, desenvolvedores sofrem mais pressão para entregar resultados mais rápidos e fatores externos às suas habilidades técnicas podem surgir como influenciadores na qualidade do seu trabalho (KANIJ; MERKEL; GRUNDY, 2015).

Segundo Pressman e Maxim (PRESSMAN; MAXIM, 2016), software são desenvolvidos e usados por pessoas e dão suporte à interação entre elas. Assim sendo, características como comportamento e cooperação humanos são fundamentais para o seu desenvolvimento. A preocupação com aspectos humanos passa a ser de fundamental importância no sucesso de um projeto de software.

Dentre vários fatores não técnicos que podem impactar no trabalho diário de um desenvolvedor, a abordagem sobre traços da personalidade humana é fruto de uma preocupação histórica. Os resultados apontam que esse tema tem sido pesquisado ao longo dos últimos 15 anos, inclusive com várias publicações recentes, o que indica a relevância do estudo da personalidade humana na área de Engenharia de Software. Pode-se citar os trabalhos de Cruz et. al. (2011); Varona et. al. (2012); Salleh, Mendes e Gru (2012); Kanij, Merkel e Grundy (2015); e Gulati et al. (2016) como pesquisas relevantes encontradas sobre a personalidade de desenvolvedores de software.

Na maioria das pesquisas, são mostradas tentativas de identificar a relação entre padrões emocionais, motivacionais e comportamentais e o ambiente de desenvolvimento de software.

Nesta dissertação, foram consideradas duas preocupações. A primeira foi com a qualidade de software, pois a dificuldade em implementar, manter e implantar software tem sido estudada amplamente ao longo dos anos. Um dos principais focos de estudos são métricas de software para linguagens do paradigma orientado a objetos (OO) (JR, 1995), (GLASS, 1999), (BERRY, 2004), (BOEHM, 2006), (WIRTH, 2008), (KITCHENHAM, 2010) e (JOHARI; KAUR, 2012). A segunda preocupação foi com atributos não técnicos, mais precisamente a personalidade do desenvolvedor, haja vista que há resultados que evidenciam a influência da personalidade em atividades de desenvolvimento de software (CRUZ et al., 2011), (VARONA et al., 2012), (SALLEH; MENDES; GRU, 2012), (KANIJ; MERKEL; GRUNDY, 2015) (GULATI et al., 2016).

1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

As questões de pesquisa levantadas neste trabalho são:

1. Existem modelos psicológicos para traçar a personalidade de desenvolvedores de software?
2. Podemos evidenciar que fatores psicológicos influenciam a qualidade do software produzido por meio da aplicação de métricas orientadas a objetos?

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral o estudo da influência da personalidade humana, por meio de modelos psicológicos, sobre a avaliação da qualidade de software produzido, por meio da aplicação de métricas orientadas a objetos.

Para que o objetivo geral fosse alcançado, foram realizados os seguintes objetivos específicos:

1. Estudar os modelos psicológicos para traçar a personalidade de desenvolvedores de software;
2. Pesquisar ferramentas para traçar perfis psicológicos;
3. Identificar métricas orientadas a objetos que possam ser aplicadas em software;
4. Pesquisar ferramentas para aplicação de métricas de software;
5. Avaliar a relação entre perfis psicológicos e métricas OO por meio de Estudos experimentais e análises estatísticas

realizar uma análise em códigos fontes para linguagem de programação de paradigma orientado a objetos na indústria e na academia, na qual a qualidade dos códigos fontes foi medida por meio da aplicação de métricas de software OO e a personalidade dos desenvolvedores foi analisada utilizando modelos psicológicos encontrados na literatura.

Os resultados foram analisados para verificar a existência de padrões que permitam evidenciar a influência da personalidade do desenvolvedor sobre o software por ele desenvolvido.

Como parte prática da pesquisa, serão apresentados um relato de experiência que serviu como um projeto piloto sobre o tema pesquisado e, na sequência, dois estudos de caso realizados na indústria e na academia, respectivamente.

1.4 REVISÃO DA LITERATURA CORRELATA

Ao longo do tempo, foram encontrados vários trabalhos que fizeram associação entre os modelos psicológicos e as áreas da engenharia de software. Os trabalhos sugerem que os modelos Big Five (*Big Five Personality Dimensions*) (MCCRAE; JOHN, 1998) (NORMAN, 1967) e MBTI (*Myers-Briggs Type Indicator*) (MYERS; MCCAULLEY; MOST, 1985) (MYERS et al., 1998) têm ganhado destaque na pesquisa de engenharia de software e têm sido aplicados tanto ao nível individual como de equipe (GOMEZ; ACUNA, 2007).

É comum os pesquisadores usarem o modelo Big Five para analisar a cooperação entre os desenvolvedores de software e para examinar a programação em pares (CHAO; ATLI, 2006) (HANNAY et al., 2010) (SALLEH; MENDES; GRU, 2011).

Os estudos, porém, mostraram contradição na influência da personalidade em relação ao desempenho. Enquanto Salleh, Mendes e Gru (SALLEH; MENDES; GRU, 2011) afirmam que certos traços da personalidade, como satisfação, afetam significativamente o desempenho do desenvolvedor, Chao e Atli (CHAO; ATLI, 2006) e Hannay et al. (HANNAY et al., 2010) não encontraram qualquer correlação que, estatisticamente, evidenciassem a influência.

Gulati et al. (GULATI et al., 2016) fizeram um estudo sobre a relação entre a personalidade e o desempenho de estudantes de engenharia de software e não encontraram evidências positivas.

Por outro lado, o modelo MBTI tem sido aplicado constantemente em indivíduos (CAPRETZ, 2003), em grupos (PESLAK, 2006), em alunos (RUTHERFOORD, 2006) e em desenvolvedores de software profissionais (GORLA; LAM, 2004). A maioria dos estudos analisados verificou o efeito da personalidade dos desenvolvedores em relação à satisfação no trabalho, às formas individuais de trabalho e ao trabalho em equipe. Há estudos que comparam os tipos de

personalidade entre a indústria e a academia, como o de Raza e Capretz (2012) e o de Yilmaz e O'connor (2012).

Estudos como os de Gorla et al. (GORLA; LAM, 2004) e Mourmant et al. (MOURMANT; GALLIVAN, 2007) identificaram o tipo MBTI ISTJ como o mais comum entre os desenvolvedores de software. São profissionais introvertidos, altamente racionais e pensadores.

Na revisão sistemática realizada nesta dissertação foi encontrado apenas um trabalho que trata a qualidade do projeto de software, mas para avaliação em grupo (GOMEZ; ACUNA, 2007) e não individual.

Dentre os trabalhos encontrados, foram identificados pontos de interseção com esta dissertação as pesquisas que seguem nas próximas subseções.

1.4.1 Uma relação entre personalidade, satisfação e qualidade de software

Em 2007, Gomez e Acuna (GOMEZ; ACUNA, 2007) analisaram as relações entre a personalidade, as características das tarefas, a qualidade do produto e a satisfação em equipes de desenvolvimento de software.

Os autores recolheram os dados a partir de uma amostra de 35 equipes de estudantes (totalizando 105 participantes) de uma universidade espanhola. Essas equipes usaram conceitos da metodologia ágil, eXtreme Programming (XP), para desenvolver o mesmo produto de software. Eles descobriram que as equipes com maior satisfação no trabalho são precisamente aquelas cujos membros obtiveram maior pontuação para os fatores afabilidade e consciência do teste Big Five. Os níveis de satisfação são mais elevados quando os membros podem decidir como desenvolver e organizar o seu trabalho e caem quando existem mais conflitos entre os membros da equipe. Eles descobriram, também, que a extroversão deve ser considerada como um preditor válido de qualidade de software para o desenvolvimento de software em uma metodologia ágil, pois a alta interação entre os membros da equipe é essencial para esse método de desenvolvimento. Ainda segundo eles, o que embasa essa descoberta é que todos os participantes poderiam ser classificados como gerentes de projeto e todos eram responsáveis pelo sucesso ou falha do produto desenvolvido. Como conclusão, traços como sociabilidade, loquacidade, comunicabilidade, afabilidade e abertura parecem ser propícios para o

desenvolvimento de software com alta qualidade, bem como para a satisfação dos membros da equipe.

Nesse trabalho, os autores mediram a qualidade do software por meio da análise do código e da documentação do projeto. A seguinte equação foi utilizada:
$$\text{Grade} = (((\text{Modularization} * 2 + \text{Testability} * 2 + \text{Functionality} * 2 + \text{Reusability} * 2 + \text{Style} * 2) / 4) * 0.8) + ((\text{Participation} * 10 / 4) * 0.2))$$

Para esta dissertação, foram levadas em consideração a análise estatística realizada pelos autores e que envolvem os fatores do modelo Big Five. Em contrapartida, foram avaliadas a qualidade de software no contexto de sistemas desenvolvidos por um único desenvolvedor.

Utilizou-se métricas de software orientados a objetos para medir a qualidade do software.

1.4.2 Avaliação da influência da personalidade em teste de software

Em 2009, Shoaib, Nadeem e Akbar (SHOAIB; NADEEM; AKBAR, 2009) realizaram um experimento com 71 estudantes, para avaliar a influência da personalidade humana na área de testes de software.

Foi desenvolvido um teste chamado ETAT (Exploratory Testing Aptitude Test), e os resultados mostraram que há uma relação positiva entre o teste aplicado e a personalidade humana. Os autores compararam perfis extrovertidos e introvertidos e evidenciaram que o tipo de personalidade extrovertida caracteriza indivíduos mais suscetíveis a serem bons testadores.

Como uma limitação desse estudo, foi verificado que os autores utilizaram testadores de apenas uma determinada localização geográfica e com um tipo de teste exploratório específico.

Assim como o referido estudo, na presente pesquisa também foi realizado um experimento com estudantes, mas na área de desenvolvimento de software. Foi levada em consideração a análise estatística utilizada e também foi realizada uma comparação entre perfis introvertidos e extrovertidos.

1.4.3 Os efeitos dos traços da personalidade sobre pares de programadores

Em 2012, Salleh, Mendes e Gru (SALLEH; MENDES; GRU, 2012) realizaram um conjunto de três experimentos para investigar o efeito dos fatores Big Five (abertura à experiência, conscienciosidade e neuroticismo) no contexto de estudantes de uma universidade da Nova Zelândia, com a finalidade de investigar a influência desses fatores na programação em pares.

Os resultados mostraram que conscienciosidade e neuroticismo não apresentaram um efeito estatisticamente significativo sobre o desempenho acadêmico dos alunos avaliados. No entanto, abertura à experiência desempenhou um papel significativo na diferenciação acadêmica dos alunos no âmbito de programação em pares.

A ferramenta para a realização do teste psicológico utilizado pelos autores foi aproveitada nesta dissertação.

1.4.4 Uma investigação dos traços de personalidade de testadores de software

Em 2015, Kanij, Merkel e Grundy (KANIJ; MERKEL; GRUNDY, 2015) pesquisaram se a personalidade de um testador de software difere da personalidade dos outros profissionais envolvidos com o processo de desenvolvimento. Eles utilizaram o modelo Big Five e chegaram à conclusão, por meio de testes estatísticos, que testadores possuem níveis mais elevados de conscienciosidade em relação a outros profissionais de desenvolvimento. Os próprios autores relatam que o trabalho tem uma forte ameaça à validade, que está relacionada à comparação do perfil dos testadores australianos, reduto do experimento, com perfis de outros países, haja vista que eles usam ferramentas de testes específicas. Para mitigar esse problema, os experimentos desta dissertação utilizaram métricas de software orientadas a objetos amplamente divulgados na literatura. Essas métricas medem a qualidade de software por meio de cálculos matemáticos que são independentes de localização geográfica. Por fim, este trabalho ajudou a identificar relações estatísticas que poderiam ser feitas entre os fatores Big Five de desenvolvedores e a qualidade do software que eles produzem.

1.4.5 Relação entre performance, temperamento e personalidade de desenvolvedores

Em 2016, Gulati et al. (GULATI et al., 2016) realizaram um experimento com 66 estudantes para avaliar a relação entre o desempenho e o temperamento de desenvolvedores de software e os seus perfis psicológicos. Eles não encontraram relação significativa entre os tipos MBTI e o desempenho de desenvolvedores.

Em relação ao temperamento, os estudantes fizeram o teste Keirsey Temperament Sorter e, ao relacionar, por meio de análise estatística, o resultado desse teste com o resultado do teste MBTI, os autores descobriram que estudantes Sensitivos e Julgadores (SJ) possuem um maior temperamento que o restante dos estudantes.

Este presente trabalho ajudou a identificar relações estatísticas que poderiam ser feitas entre os tipos MBTI de estudantes e a qualidade do software que eles produzem.

1.5 METODOLOGIA

Para que os objetivos pudessem ser alcançados, foi feita uma revisão sistemática da literatura (RSL) sobre "Modelos psicológicos teóricos, para a avaliação da personalidade, que já foram utilizados na área de engenharia de software".

Em um segundo momento, foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre ferramentas para auxiliar na identificação da personalidade; métricas de software para linguagens de paradigma orientado a objetos; e ferramentas para aplicação de métricas de software.

Na RSL realizada, foram identificados os modelos psicológicos MBTI, Big Five e FFM, dentre outros menos relevantes, como JDS (*Job Diagnostic Survey*), PSI (*Pessoal Style Inventory*) e KTS (*Keirsey Temperament Sorter*).

Os modelos MBTI e Big Five foram os mais utilizados pela academia no período pesquisado e, por isso, foram adotados nos estudos de caso executados nesta dissertação.

Após a identificação dos modelos, foi feita uma pesquisa sobre quais as ferramentas ideais para traçar a personalidade humana, utilizando os modelos MBTI e Big Five. Foram identificadas as ferramentas *16 Personalities* (NERIS, 2016) para MBTI e a ferramenta IPIP-NEO (INTERNATIONAL, 2016) para Big Five.

O próximo passo foi identificar quais métricas de software foram mais utilizadas na literatura, nos últimos anos, para medir a qualidade de software desenvolvido em linguagens de paradigma orientado a objetos. Foram encontradas métricas tradicionais propostas por McCabe (MCCABE, 1976) e Bhasin, Sharma e Popli (BHASIN; SHARMA; POPLI, 2014) e o conjunto de métricas CK (Chidamber & Kemerer), proposta por Chidamber e Kemerer (CHIDAMBER; KEMERER, 1994).

Após a escolha das métricas, foram identificadas as ferramentas ou *plugins* de IDEs (*Integrated Development Environment*) que possibilitassem colher métricas de software. Para a coleta de métricas para software feitos na linguagem C#, foi utilizada a ferramenta *CodeAnalysis*, parte integrante do módulo de desenvolvimento web Visual Studio da empresa Microsoft (ANALYZING, 2016), para software feitos na linguagem Java, foi utilizada a IDE *open source* IntelliJ IDEA (INTELLIJ, 2016).

Com essa primeira etapa vencida, foi realizado um projeto piloto, por meio de um relato de experiência, em uma instituição de ensino superior privada. Nesse estudo preliminar, foram identificadas as personalidades e aplicadas métricas de software OO em projetos desenvolvidos por seis programadores. O relato de experiência com os resultados atingidos segue no capítulo 4 deste trabalho.

Com a experiência adquirida no projeto piloto, foram executados dois estudos de caso por meio de um experimento controlado. No primeiro estudo, foram selecionados quinze profissionais da área de desenvolvimento de software de uma instituição privada de ensino superior e foi analisada a influência da personalidade, por meio do modelo Big Five, sobre a qualidade do software que eles produzem. O pré-requisito adotado foi que os software analisados deveriam ter sido desenvolvidos por um único desenvolvedor.

No segundo estudo de caso, foram selecionados vinte e cinco estudantes de uma disciplina avançada de programação, em uma instituição privada de ensino superior, e foi analisada a influência da personalidade, por meio do modelo MBTI, sobre a qualidade de software que eles produzem. A exemplo do estudo de caso 1,

os software analisados também deveriam ter sido desenvolvidos por um único estudante. O experimento e os resultados estão dispostos no capítulo 5.

Para os dois estudos de caso, foi recomendado aos participantes que respondessem: Um questionário de caracterização com suas informações pessoais, profissionais e acadêmicas; Realizar um teste psicológico, para identificar a sua personalidade; Desenvolver ou ter desenvolvido uma tarefa de programação, com o objetivo de gerar artefatos para que as métricas de software pudessem ser colhidas; Responder um questionário de *feedback* acerca do experimento desenvolvido.

Os experimentos seguiram as diretrizes publicadas em Wohlin et al. (WOHLIN et al., 2012) e o objetivo final é identificar evidências estatísticas, minimamente parciais, de que a personalidade humana influencia a qualidade do software produzido por desenvolvedores da academia e da indústria.

De acordo com Wohlin et al. (WOHLIN et al., 2012), uma experimentação não é uma tarefa simples, pois envolve preparar, conduzir e analisar experimentos corretamente. Os autores destacam como uma das principais vantagens da experimentação o controle dos sujeitos, objetos e instrumentação, o que torna possível extrair conclusões mais gerais sobre o assunto investigado. Outras vantagens incluem a habilidade de realizar análises estatísticas utilizando métodos de teste de hipóteses e oportunidades para replicação. Juristo e Moreno (JURISTO; MORENO, 2013) também afirmam que a pesquisa científica não pode ser baseada puramente em opiniões ou interesses comerciais. Investigações científicas são representadas por estudos baseados em observação e/ou experimentação acerca do mundo real e seus comportamentos mensuráveis. Esses aspectos foram levados em consideração na construção dos experimentos dos estudos de caso propostos.

Por sua vez, Travassos, Gurov e Amaral (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002) falam que os elementos principais do experimento são as variáveis, os objetos, os participantes, o contexto do experimento, as hipóteses e o tipo de projeto do experimento. Com esses elementos, tem-se por objetivo a realização de estudos que possam evidenciar a melhora de algum processo de desenvolvimento. Essa melhora está relacionada à verificação de teorias formuladas através das hipóteses dos experimentos.

Após a análise dos resultados alcançados nos capítulos 4 e 5, foi elaborada uma conclusão, indicando contribuições e sugerindo trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão da literatura foi realizada em duas partes: a primeira foi no âmbito do estudo da personalidade dos profissionais de engenharia de software, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), conforme a seção 2.1; e a segunda foi uma revisão bibliográfica para identificar as métricas de software mais utilizadas em software desenvolvidos por meio de linguagens do paradigma orientado a objetos, conforme a seção 2.2.

2.1 A PERSONALIDADE DOS PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

A RSL foi realizada entre 04 de janeiro de 2016 e 14 de fevereiro de 2016, e tomou como base as diretrizes originais encontradas em Kitchenham (KITCHENHAM, 2010).

2.1.1 Questões de pesquisa da RSL

As questões de pesquisa abordadas foram:

Q1: Quais modelos psicológicos são utilizados para avaliar a personalidade de profissionais de engenharia de software?

A questão 1 é necessária para que sejam descobertos modelos psicológicos para a avaliação de traços de personalidade que foram aplicados com êxito na área de engenharia de software.

Q2: É correto afirmar que as atividades exercidas pelos profissionais de engenharia de software sofrem influência da sua personalidade?

A questão 2 é necessária para que sejam descobertas evidências da existência da influência da personalidade humana dos profissionais de engenharia de software sobre as atividades que eles exercem.

A partir das respostas às questões de pesquisa, foi possível direcionar os estudos para a influência da personalidade humana sobre a qualidade do software desenvolvido na indústria e na academia.

2.1.2 Processo de busca

O processo de pesquisa foi uma busca a fontes acessadas na web. Portanto, a consulta manual foi descartada. Foram utilizados os termos mais comuns encontrados em publicações que abordam o tema “Estudo da influência da personalidade humana na área de engenharia de software”.

Inicialmente, foi realizada a busca em um período de cinco anos, e 110 artigos foram encontrados. Considerando que uma revisão sistemática precisa obter estudos primários potencialmente relevantes (KITCHENHAM, 2010), o número de artigos encontrados foi considerado baixo e o período foi ampliado para 14 anos. Com isso, a pesquisa foi realizada entre os anos de 2003 e 2016. Essa escolha se deve ao fato de que, apesar de alguns modelos terem sido publicados desde 1980, foi identificado que trabalhos relevantes na engenharia de software começaram a ocorrer a partir de 2003.

A pesquisa foi realizada por meio do Google Acadêmico e em três dos mais conceituados repositórios de artigos existentes:

- IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), nas seções “*Conference Publication*” e “*Journals & Magazines*”;
- ACM (*Computing Classification System*), nas seções “*Proceeding*”, “*Newsletter*”, “*Magazine*” e “*Journal*” e;
- ELSEVIER (*Subject area: Computer Science, Human-Computer / Publications types:journals*).

Para estabelecer a estratégia de busca, inicialmente, foram identificadas as palavras-chave "Personalidade" e "Engenharia de Software". Depois, foram identificados sinônimos para essas palavras-chave. A *string* de busca final foi: (*Personality OR Motivation OR Behavior OR Humans Aspects OR Satisfaction*) AND (*Software Engineering OR Software Development OR Programming OR Software Test OR Developer OR Tester OR ICT Manager OR Project*).

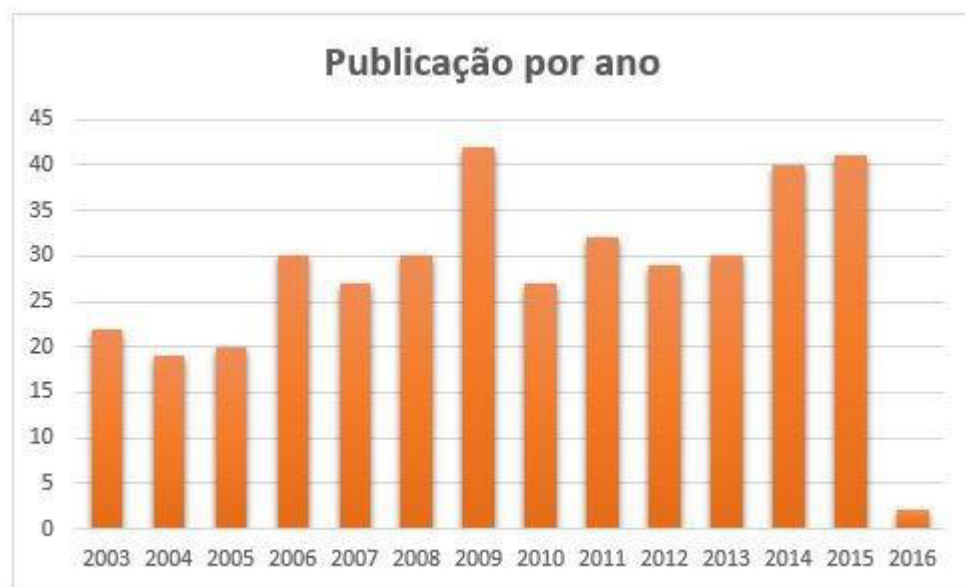
2.1.3 Condução da revisão sistemática

A condução da revisão sistemática foi realizada por meio de três passos: processo de seleção e avaliação da qualidade dos estudos primários, critérios para inclusão e exclusão e estratégia de extração de informação.

2.1.3.1 Processo de seleção e avaliação da qualidade dos estudos primários

Aplicada a *string* de busca, foram encontrados 391 artigos, distribuídos da seguinte forma: ACM (220), IEEE (141) e Elsevier (30). Cada artigo encontrado no processo de busca foi analisado por dois pesquisadores e revisado por outros dois. Dois pesquisadores ficaram responsáveis por fazer a busca e realizar uma primeira verificação e os outros dois por fazer uma segunda verificação e iniciar processo de inclusão e exclusão, satisfazendo, assim, os papéis mais relevantes de uma RSL, como citado por Kitchenham (KITCHENHAM, 2010). A Figura 2.1 ilustra a quantidade de artigos encontrados por ano de publicação.

Figura 2.1 – Publicações por ano



2.1.3.2 Critérios para inclusão e exclusão dos artigos

Os critérios de seleção são utilizados para avaliar cada estudo recuperado a partir das fontes de pesquisa. Assim, os critérios de inclusão (I) usados para incluir estudos relevantes na revisão sistemática foram:

- I1 - o estudo primário propõe ou usa modelos para identificar personalidade humana em engenharia de software;
- I2 - o estudo primário propõe que a personalidade humana influencia as atividades de profissionais de engenharia de software.

Alternativamente, os critérios de exclusão (E) usados para excluir estudos que não contribuíram para responder às questões de pesquisa foram:

- E1 - o estudo primário não aborda a influência da personalidade humana na engenharia de software;
- E2 - o estudo primário não propõe ou não usa modelos para identificar a personalidade humana;
- E3 - o estudo primário não apresenta um resumo ou seu texto completo não está disponível;
- E4 - o estudo primário é escrito em uma língua diferente do inglês;
- E5 - o estudo primário consiste numa compilação de trabalhos, por exemplo, de uma conferência ou workshop.

Após a adoção dos critérios de inclusão, foram selecionados 122 artigos, sendo ACM (61), IEEE (61) e ELSEVIER (13).

A próxima etapa foi a leitura dos abstracts dos 122 artigos selecionados na etapa anterior.

Os pesquisadores, em consenso, selecionaram 53 artigos, sendo ACM (29), IEEE(21) e ELSEVIER(3). Após aplicados os critérios de exclusão, foram selecionados 21 artigos, sendo ACM (9), IEEE (9) e ELSEVIER (3). A Tabela 2.1 ilustra as etapas de seleção.

Tabela 2.1 – Etapas de seleção

Etapas	Repositórios			Total
	ACM	IEEE	Elsevier	
Uso da <i>string</i> de busca (2002-2016)	220	141	30	391
Após os critérios de inclusão	61	48	13	122
Após a leitura dos <i>abstracts</i>	29	21	3	53
Após os critérios de exclusão	9	9	3	21

2.1.3.3 Estratégia de extração de informação

Para cada estudo selecionado, mediante a execução do processo de avaliação da qualidade dos estudos primários, foram extraídos os seguintes dados:

- Data de execução do estudo;
- Descrição do tratamento de riscos observados;
- Descrição do estudo realizado;

- Projeto do estudo experimental;
- Ameaças à validade: interna; externa; construção; conclusão;
- Resultados do estudo;
- Lições aprendidas;
- Perspectivas futuras;
- Comentários adicionais.

Após a análise, os pesquisadores entraram em consenso sobre quais artigos seriam selecionados e definiram a lista final com dezoito artigos, que são apresentados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Estudos primários incluídos

(continua)

ID	Autor	Ano	Veículo
01	(CAPRETZ, 2003)	2003	International Journal of Human-Computer Studies
02	(GORLA; LAM, 2004)	2004	Communications of the ACM
03	(DARCY; MA, 2005)	2005	Annual Hawaii International Conference on System Sciences
04	(PESLAK, 2006)	2006	ACM SIGMIS CPR Conference on Computer Personnel Research:
05	(CHAO; ATLI, 2006)	2006	Agile Conference
06	(ARONSON; REILLY; LYNN, 2006)	2006	Journal of Engineering and Technology Management
07	(RUTHERFOORD, 2006)	2006	Conference on Information Technology Education
08	(MOURMANT; GALLIVAN, 2007)	2007	ACM SIGMIS CPR Conference on Computer Personnel Research
09	(GOMEZ; ACUNA, 2007)	2007	International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering
10	(FELDT et al., 2008)	2008	International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering
11	(SALLEH et al., 2009)	2009	International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement

12	(SHOAIB; NADEEM; AKBAR, 2009)	2009	International Multitopic Conference
13	(SALLEH et al., 2010)	2010	ACM/IEEE International Conference on Software Engineering
14	(HANNAY et al., 2010)	2010	IEEE Transactions on Software Engineering
15	(SALLEH; MENDES; GRU, 2011)	2011	IEEE-CS Conference on Software Engineering Education and Training
16	(RAZA; CAPRETZ, 2012)	2012	Journal of Software Engineering
17	(YILMAZ; O'CONNOR, 2012)	2013	EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications
18	(FERREIRA; NATASHA; LANGER-MAN, 2014)	2014	International Conference on Computer Science & Education
19	(KANIJ; MERKEL; GRUNDY, 2015)	2015	International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering
20	(GULATI et al., 2016)	2016	ACM SIGSOFT Software Engineering
21	(SMITH; BIRD; ZIMMERMANN, 2016)	2016	Int. Workshop on Coop. and Human Aspects of Soft. Eng. (CHASE)

2.1.4 Análise dos resultados da revisão sistemática

Em resposta à questão Q1, "Quais modelos psicológicos são utilizados para avaliar a personalidade de profissionais de engenharia de software?", os vinte e um artigos selecionados foram lidos e, em consenso, os pesquisadores identificaram que, durante o período pesquisado, a academia estudou o uso de três modelos teóricos psicológicos para avaliar a personalidade de profissionais de engenharia de software. São eles:

2.1.4.1 Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)

O modelo MBTI é o mais aplicado para identificar a personalidade de desenvolvedores de software e é baseado no modelo de Carl Jung (MYERS;

MCCAULLEY; MOST, 1985) (MYERS et al., 1998). Divide a personalidade humana em três dimensões:

- Como as pessoas se relacionam com o mundo;
- A forma como a informação é conhecida e;
- A forma como a informação é processada.

Sendo assim, o modelo identifica quatro pares de preferências, conhecidos como dicotomias. São eles (MYERS; MCCAULLEY; MOST, 1985) (MYERS et al., 1998):

- Atitudes (E-I)
 - *Introversão (I)*: Costumam estar envolvidos com ideias; preferem refletir antes de agir. Precisam de tempo para pensar e recuperar sua energia. Em geral, são pouco sociáveis;
 - *Extroversão (E)*: Costumam agir; gostam de realizar várias atividades; agem primeiro e depois pensam. Quando inativos, sua energia diminui. Em geral, são sociáveis.
- Funções (S-N e T-F)
 - *Sensoriais (S)*: Confiar mais em coisas palpáveis, concretas, informações sensoriais. Gostam de detalhes e fatos. Para eles, o significado está nos dados. Precisam de muitas informações;
 - *Intuitivas (N)*: Preferem informações abstratas e teóricas, que podem ser associadas com outras informações. Gostam de interpretar os dados com base em conhecimento prévio. Trabalham bem com informações incompletas e dedutíveis;
 - *Racionalistas (T)*: Decidem com base na lógica e procuram argumentos racionais;
 - *Sentimentais (F)*: Decidem com base em seus sentimentos e não com as emoções.
- Estilo de vida (J-P)
 - *Julgadores(J)*: Sentem-se tranquilos quando as decisões são tomadas;
 - *Pensadores(P)*: Sentem-se tranquilos deixando as opções em aberto.

A combinação desses quatro pares pode resultar em 16 tipos de personalidades diferentes.

O tipo de personalidade é formado por quatro letras. A primeira letra representa a dicotomia Atitude (Introversão(I) ou Extroversão(E)), a segunda e a

terceira letras representam a dicotomia Funções (Sensorial(S) ou Intuitivo(N) – Pensador(T) ou Sentimental(S)) e a quarta letra representa a dicotomia Estilo de Vida (Julgador(J) ou Perceptivo(P)) (MYERS; MCCAULLEY; MOST, 1985) (MYERS et al., 1998), conforme ilustrado na Figura 2.2.

Figura 2.2 – Tipos de personalidade MBTI

ISTJ	ISFJ	INFJ	INTJ
Organizador	Tranquilo	Reflexivo	Teórico
Minucioso	Detalhista	Introspectivo	Original
Confiante	Averso a Exposição	Perseverante	Crítico
Responsável	Leal	Criativo	Independente
ISTP	ISFP	INFP	INTP
Observador	Modesto	Entusiasta	Mente lógica e analítica
Reservado	Sensível	Aprendiz	Criativo
Despretensioso	Aproveita o presente	Valores pessoais fortes	Pouco social
Pragmático	Artístico	Idealista	Ajuda aos outros
ESTP	ESFP	ENFP	ENTP
Pouco convencional	Sociável	Inventor	Entusiasta
Divertido	Generoso	Enérgico	Visionário
Espontâneo	Conciliador	Harmonioso	Aberto a experiências
Direto	Desfruta a vida	Otimista	Inovador
ESTJ	ESFJ	ENFJ	ENTJ
Orientado a resultados	Habilidade interpessoal	Carismático	Visionário
Tradicional	Cortez	Idealista	Argumentativo
Líder	Popular	Persuasivo	Sociável
Vigoroso	Colaborador	Otimista	Organizador

2.1.4.2 Big Five Personality Dimensions

O modelo Big Five foi originalmente criado na década de 1970 por duas equipes de pesquisas independentes - Paul Costa e Robert McCrae (no National Institutes of Health) (MCCRAE; JOHN, 1998), e Warren Norman (na Universidade de Michigan) / Lewis Goldberg (na Universidade de Oregon) (NORMAN, 1967) - que seguiram diferentes caminhos para chegar aos mesmos resultados, ou seja, que a maioria dos traços de personalidade humana podem ser reduzidos a cinco grandes dimensões, independentemente da língua ou da cultura.

Para identificar as cinco dimensões, os pesquisadores fizeram entrevistas com centenas de perguntas a milhares de pessoas e, em seguida, analisaram os dados com um procedimento estatístico conhecido como análise fatorial, que é utilizado para reduzir uma quantidade grande de informações a um conjunto sintético e relevante.

Nos círculos científicos, o Big Five é um dos modelos mais aceitos e utilizados para traçar a personalidade psicológica contemporânea.

Esse modelo divide a personalidade humana em cinco fatores:

- **Insurgência:** refere-se à orientação de um indivíduo em relação a outros. Indivíduos com traços de insurgência costumam ser faladores, corajosos, assertivos e sociáveis;
- **Socialização:** refere-se à simpatia de um indivíduo e conformidade social. Indivíduos agradáveis se relacionam bem com os outros, são confiáveis e úteis;
- **Conscienciosidade:** refere-se à organização de um indivíduo. Indivíduos conscienciosos são adequados para trabalhos difíceis, organizados, e são capazes de completar tarefas no tempo proposto e de forma confiável;
- **Estabilidade emocional:** refere-se ao stress, ansiedade, volatilidade e medo de um indivíduo. Indivíduos com esse traço costumam não deixar a emoção interferir no seu trabalho;
- **Abertura a experiências:** refere-se à imaginação, curiosidade e espirtuosidade de um indivíduo. Indivíduos com esse traço tendem a ser curiosos, de mente aberta e apreciadores de artes (KANIJ; MERKEL; GRUNDY, 2015) (WIESCHE; KRCMAR, 2014).

Segundo Srivastava e Kumar (SRIVASTAVA; KUMAR, 2013), as cinco dimensões do Big Five representam a personalidade de alguém no nível mais amplo de abstração, e cada dimensão resume um grande número de características de personalidade distintas e específicas, conforme a tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Características específicas dos fatores Big Five

Fator	Características
Extroversão	Afabilidade, assertividade, nível de atividade, busca de excitação e alegria.
Socialização	Confiança, moralidade, altruísmo, cooperação, modéstia e simpatia.
Conscienciosidade	Auto eficácia, ordem, obediência, esforço, autodisciplina e cautela.
Estabilidade emocional	Ansiedade, raiva, depressão, autoconsciência, comedimento e vulnerabilidade.
Abertura a experiências	Imaginação, interesses artísticos, emotividade, espírito aventureiro, intelecto e liberalismo.

Essas características são entendidas como uma descrição completa da personalidade, são estáveis ao longo de um período de dez anos e podem variar entre culturas (KANIJ; MERKEL; GRUNDY, 2015).

2.1.4.3 FFM – Five Factor Model

FFM é uma variação do modelo Big Five. Se, por um lado, as descrições das cinco características são semelhantes aos da Big Five, por outro, os modelos divergem em termos de base teórica, de causalidade e de medição. Enquanto a Big Five assume que traços de personalidade são importantes para a interação social, a FFM fornece um modelo abrangente de causas e contextos. A FFM assume, em um contexto biossocial, a influência da causalidade genética e ambiental. O Big Five compreende um modelo de medição circular em contraste com o FFM que se baseia em medições hierárquicas (MCCRAE; JOHN, 1998). Os cinco fatores na FFM são:

- Extroversão: refere-se ao envolvimento de uma pessoa com o mundo externo. Os extrovertidos se sentem confortáveis nas relações sociais, são entusiasmados, amigáveis e ativos;
- Socialização: refere-se à capacidade de um indivíduo cooperar com os outros;
- Conscienciosidade: refere-se à forma como os indivíduos controlam, regulam e direcionam seus impulsos;
- Neuroticismo: refere-se à forma como um indivíduo experimenta sentimentos negativos. Quem tem baixo neuroticismo é emocionalmente estável, calmo, confiante e seguro, e;
- Abertura à experiência: refere-se a um indivíduo de características imaginativas e criativas (SALLEH et al., 2009)(MCCRAE; JOHN, 1998)

2.1.4.4 Outros modelos

Modelos menos relevantes foram encontrados, como *Job Diagnostic Survey* (JDS), que medem como o trabalho afeta a vida das pessoas em uma organização ou sociedade em geral (MORRIS; VENKATESH, 2010).

O Inventário de Estilo Pessoal (PSI) consiste em oito traços, incluindo os cinco do modelo Big Five, além de assertividade, gestão de imagem, otimismo,

tough mindedness, *work drive* e orientação para o serviço ao cliente (LOUNSBURY et al., 2003). Foi identificado que essas características afetam significativamente a satisfação no trabalho.

Outro modelo, o Classificação de Temperamento Keirsey (KTS), é um teste de personalidade para autoavaliação projetado para ajudar as pessoas a entenderem melhor a si mesmas e aos outros.

Os três modelos principais encontrados na literatura foram utilizados, no período pesquisado, para avaliar a personalidade de desenvolvedores de software, testadores de software, estudantes e professores, por meio de *surveys* e experimentos. Uma relação entre os trabalhos selecionados e os modelos teóricos é mostrada na Tabela 2.4. Por motivo de compactação de dados, foram utilizados os IDs definidos na Tabela 2.2.

Tabela 2.4 – Estudos selecionados

(continua)

MODELO	ID	MÉTODO/PARTICIPANTES	LOCAL
MBTI	01	Survey / 100 desenvolvedores e estudantes	E.U.A.
	02	Survey / 92 estudantes	China
	04	Experimento / 55 estudantes	E.U.A.
	07	Experimento / 22 estudantes	E.U.A.
	08	Experimento / 1.471 estudantes	França
	12	Experimento / 71 estudantes	Paquistão
	16	Survey / 52 desenvolvedores e 18 instructors	Paquistão
	17	Experimento / 63 desenvolvedores	Irlanda
	18	Survey / (não informado)	África do Sul
Big Five	03	Experimento / 29 estudantes	U.S.A.
	05	Experimento / 60 desenvolvedores e 68 estudantes	E.U.A.
	09	Experimento / 105 estudantes	Espanha
	10	Survey / 47 desenvolvedores	Suécia
	14	Experimento / 196 developers	Reino Unido
	15	Experimento / 137 desenvolvedores	Nova Zelândia
	19	Survey / 200 desenvolvedores	Austrália
	20	Survey / 66 estudantes	Índia
	21	Survey / 797 profissionais de TI	E.U.A

FFM	06	Survey / 143 desenvolvedores	E.U.A
	11	Experimento / 54 estudantes	Nova Zelândia
	13	Experimento / 453 estudantes	Nova Zelândia

Em resposta à questão Q2, é correto afirmar que as atividades exercidas pelos profissionais de engenharia de software sofrem influência da sua personalidade? Foram identificados, por meio da leitura dos artigos selecionados, alguns pontos que são levantados pelos autores e alavancam a discussão em torno do tema.

Segundo Mourmant e Gallivan (MOURMANT; GALLIVAN, 2007); Ferreira, Natasha e Langerman (FERREIRA; NATASHA; LANGERMAN, 2014) e Kanij, Merkel e Grundy (KANIJ; MERKEL; GRUNDY, 2015), a mudança tecnológica constante, os novos paradigmas metodológicos, a terceirização de serviços e a distribuição das equipes de trabalho desafiam a compreensão de personalidades de desenvolvedores de software. Assim como o desenvolvimento de código aberto, a evolução da complexidade das tarefas, a globalização, novos modelos de negócios e as mudanças constantes das atividades também têm a sua parcela de contribuição.

Alguns pesquisadores identificaram que desenvolvedores de software com tarefas independentes que exigem certo grau de criatividade tendem a ser introvertidos (CAPRETZ, 2003) (DARCY; MA, 2005), enquanto desenvolvedores que exercem tarefas que exigem colaboração e liderança tendem a ser extrovertidos (SALLEH et al., 2009).

Por outro lado, há contradições entre os resultados, como relatam Feldt et al. (FELDT et al., 2008), ao identificarem que há falta de validade nas associações personalidade-software, e Gorla e Lam (GORLA; LAM, 2004), quando descrevem que falta orientação para a área de TI no tocante à seleção de pessoal, ou seja, que a personalidade, muitas vezes, interfere na atividade de desenvolvimento de software pelo simples fato do desenvolvedor não ter sido analisado corretamente na época da contratação. Alguns autores dizem que, embora a personalidade afete a satisfação no trabalho, a influência dela no desenvolvimento de software ainda permanece obscura (HANNAY et al., 2010) (MOURMANT; GALLIVAN, 2007) (SALLEH; MENDES; GRU, 2011).

O modelo MBTI foi aplicado em indivíduos (CAPRETZ, 2003), em grupos (PESLAK, 2006), em alunos (RUTHERFOORD, 2006) e em desenvolvedores de software profissionais (GORLA; LAM, 2004). A maioria dos estudos analisados verificava o efeito da personalidade dos desenvolvedores em relação à satisfação no trabalho, às formas individuais de trabalho e ao trabalho em equipe.

Há trabalhos, também, que comparam os tipos de personalidade entre a indústria e a academia, como o de Raza e Capretz (2012) e o de Yilmaz e O'connor (2012), chegando à conclusão que os tipos de personalidades mais comuns são: INTJ, ISTJ, ESTP e ESTJ.

Estudos como os de Gorla e Lam (GORLA; LAM, 2004) e Mourmant e Gallivan (MOURMANT; GALLIVAN, 2007) identificaram o tipo ISTJ como o mais comum entre os desenvolvedores de software. São profissionais introvertidos, altamente racionais e pensadores.

O modelo Big Five tem ganhado destaque na pesquisa de engenharia de software nos últimos anos. O modelo tem sido aplicado tanto ao nível individual como de equipe (GOMEZ; ACUNA, 2007). É comum os pesquisadores usarem o modelo Big Five para analisar a cooperação entre os desenvolvedores de software, para examinar a programação em pares (CHAO; ATLI, 2006) (HANNAY et al., 2010) (SALLEH; MENDES; GRU, 2011).

Os estudos, porém, mostraram contradição na influência da personalidade em relação ao desempenho. Enquanto Salleh, Mendes e Gru (SALLEH; MENDES; GRU, 2011) afirmam que certos traços da personalidade, como satisfação, afetam significativamente o desempenho do desenvolvedor, Chao e Atli (CHAO; ATLI, 2006) e Hannay et al. (HANNAY et al., 2010) não encontraram qualquer correlação que, estatisticamente, evidenciassem a influência.

Gulati et al. (GULATI et al., 2016) fizeram um estudo sobre a relação entre a personalidade e o desempenho de estudantes de engenharia de software. Eles também não encontraram evidências positivas.

Por último, o FFM tem sido aplicado na pesquisa de engenharia de software, em relação a indivíduos e a equipes (SALLEH et al., 2009) (SALLEH et al., 2010). Os temas variam desde o desenvolvimento de novos produtos, como relatam Aronso, Reilly e Lynn (ARONSON; REILLY; LYNN, 2006), até a identificação das dependências entre métodos da programação, como relatam Salleh et al. (SALLEH et al., 2009).

Um conjunto de experiências relacionadas a alunos foram executadas em diferentes dimensões do modelo por Salleh et al. (SALLEH et al., 2009) (SALLEH et al., 2010) (SALLEH; MENDES; GRU, 2011) e, como resultado, foi identificado que nem a conscienciosidade nem o neuroticismo afetaram alunos acadêmicos.

Ademais, foi observado que os estudos utilizando o modelo FFM que foram realizados em ambiente acadêmico não encontraram efeitos significativos da personalidade sobre o desempenho nas atividades exercidas (DARCY; MA, 2005) (SALLEH et al., 2009) (SALLEH et al., 2010) (SALLEH; MENDES; GRU, 2011), enquanto os estudos que utilizaram dados da indústria identificaram influências significativas de personalidade no mesmo quesito (ARONSON; REILLY; LYNN, 2006).

2.2 MÉTRICAS DE SOFTWARE ORIENTADOS A OBJETOS

Uma atividade importante de qualquer processo de engenharia é a medição. É possível usar medidas para melhorar o entendimento dos atributos dos modelos criados e avaliar a qualidade dos produtos construídos. As métricas de produtos de software podem proporcionar uma forma de avaliar sua qualidade baseando-se em regras definidas (PRESSMAN, 2011).

A engenharia de software propõe diversos tipos de métricas que têm sido aplicadas na medição tanto do processo quanto do produto de software. Dentre aquelas que avaliam o produto, podem-se citar métricas para o modelo de requisitos, para o código-fonte e, também, para o modelo do projeto. Para este estudo, foram selecionadas métricas do paradigma orientado a objetos, por serem frequentemente utilizadas por pesquisadores na engenharia de software (RADJENOVIC et al., 2013), por exemplo, para redução de falhas (FENTON; BIEMAN, 2014), em características como manutenibilidade, testabilidade e compreensibilidade (OLBRICH et al., 2009), na manutenção de software orientados a objetos (JOHARI, K.; KAUR, A., 2012) e na refatoração (DALLAL, 2012).

Outro ponto positivo é que, de acordo com Radjenovi et. al., (RADJENOVIC et al., 2013), em uma revisão sistemática realizada, os autores identificaram que métricas orientadas a objetos foram usadas aproximadamente duas vezes mais (49%) que as métricas tradicionais (27%) e métricas de processo (24%).

Para avaliar software desenvolvidos no paradigma orientado a objetos, algumas características devem ser observadas, tais como: tamanho, complexidade, acoplamento, suficiência, totalidade, coesão, similaridade, originalidade e volatilidade (WHITMIRE, 1997).

Nesta dissertação, para o projeto piloto (capítulo 4) e para o estudo de caso 1 (capítulo 5), optou-se por utilizar métricas tradicionais, como: Profundidade de Herança (DIT), Acoplamento entre Objetos (CBO), Complexidade Ciclomática (CC) e Índice de Manutenibilidade (MI.) (MCCABE, 1976). A Tabela 2.5 destaca as características dessas métricas

Tabela 2.5 – Características específicas das métricas tradicionais

Métrica	Características
DIT (Profundidade de Herança)	Representa o número de níveis em que uma classe herda características de outra classe. Quanto maior a profundidade, mais complexo é o projeto
CBO (Acoplamento Entre Objetos)	Representa a quantidade de classes chamadas por outra classe. Quanto mais acoplada uma classe, mais difícil de entendê-la e mantê-la.
CC (Complexidade Ciclomática)	Representa a quantidade de caminhos independentes a partir do código fonte. Quanto maior a complexidade, mais desvios no fluxo do código fonte (MCCABE, 1976).
MI (Índice de Manutenibilidade)	Representa o grau de manutenibilidade do software baseado no status do respectivo código-fonte (MCCABE, 1976)

Para o estudo de caso 2 (capítulo 6), optou-se por utilizar o conjunto de métricas CK (Chidamber and Kemerer). Esse é um dos principais conjuntos de métricas utilizados na literatura (CHIDAMBER; KEMERER, 1994).

Proposto em 1994 para avaliar aspectos da qualidade interna de artefatos construídos com linguagens orientadas a objetos, esse conjunto de métricas propõe-se a medir aspectos relativos à estrutura com rigor matemático, em contraste com as métricas existentes na época, voltadas para a programação estruturada, sem

fundamentação matemática e que mediam aspectos relacionados à funcionalidade e não à estrutura.

A ideia dos autores foi propor métricas que são construídas com uma base sólida nos princípios teóricos de medição na ontologia dos objetos, que incorporem a experiência profissional dos desenvolvedores de software, que avaliem as métricas propostas contra os critérios de validade estabelecidos e que apresentem dados empíricos de projetos comerciais para ilustrar as características das métricas em aplicações reais, e sugerir como elas podem ser utilizadas.

O objetivo das métricas CK é medir a complexidade do projeto em relação ao seu impacto sobre atributos de qualidade, como usabilidade, facilidade de manutenção, funcionalidade e confiabilidade. Seis métricas foram definidas: *Weighted Methods Per Class*, *Depth of Inheritance Tree*, *Number of Children*, *Coupling between Object Classes*, *Response For a Class* e *Lack of Cohesion in Methods* (DUBEY; RANA, 2010). A tabela 2.6 destaca as características dessas métricas.

Tabela 2.6 – Características específicas das métricas CK

(continua)

Métrica	Características
DIT (<i>Depth of Inheritance Tree</i>)	Representa o número de níveis em que uma classe herda características de outra classe. Quanto maior a profundidade, mais complexo é o projeto
CBO (<i>Coupling between Object Classes</i>)	Representa a quantidade de classes chamadas por outra classe. Quanto mais acoplada uma classe, mais difícil de entender e manter ela é.
NOC (<i>Number of Children</i>)	Representa a quantidade de subclasses diretas. Mede a largura da hierarquia de uma classe. Valor alto indica maior reuso.
RFC (<i>Response For a Class</i>)	Representa a quantidade de métodos da classe mais o número de métodos chamados pelos métodos da classe. Valor alto indica complexidade na classe.
LCOM (<i>Lack of Cohesion in Methods</i>)	Representa o quanto os métodos das classes acessam atributos em comum. Quanto mais atributos

	compartilhados, mais coesão.
WMC (Weighted Methods per Class)	Representa a complexidade de uma classe, desconsiderando os métodos herdados.

Nos Capítulos 5 e 6, respectivamente, serão mostrados os níveis ideais encontrados na literatura para as métricas propostas nesta dissertação.

3 PROJETO PILOTO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Diante dos achados do capítulo 2.1, optou-se por realizar um projeto piloto que serviu de parâmetro para os dois estudos de caso propostos nos capítulos 5 e 6, respectivamente.

Neste projeto piloto, a personalidade dos desenvolvedores foi analisada utilizando o modelo MBTI (MYERS; MCCAULLEY; MOST, 1985) e seus respectivos códigos-fontes foram avaliados por meio de métricas de software (MCCABE, 1976).

3.1 EXECUÇÃO DO PROJETO PILOTO

O experimento foi executado em uma instituição particular de ensino superior, onde foram avaliadas as personalidades de seis desenvolvedores e a qualidade do software desenvolvido por eles.

A experiência dos programadores em desenvolvimento de software é mostrada na tabela 3.1. Como pode ser observado, os programadores possuem escolaridades e experiências variadas:

Tabela 3.1 – Participantes X Experiência

Programador	Escolaridade	Experiência com programação OO (anos)
1	Superior	6
2	Pós-Graduação	7
3	Pós-Graduação	8
4	Superior	8
5	Superior	6
6	Superior	5

Para traçar a personalidade dos desenvolvedores de software, foi feito um teste psicológico baseado no modelo MBTI de Myers-Briggs (MYERS et al., 1998). Um grupo de seis desenvolvedores realizou o teste psicológico utilizando a ferramenta *16 Personalities* (NERIS, 2016).

Os software analisados foram feitos na linguagem de programação C#, e as métricas foram colhidas por meio da ferramenta CodeAnalysis (ANALYZING, 2016), parte integrante do Visual Studio 2010, da Microsoft, que é o ambiente de desenvolvimento utilizado pela instituição escolhida. O código armazenado

encontrava-se no servidor TFS (*Team Foundation Server*), que é uma plataforma de colaboração de gerenciamento do ciclo de vida de aplicativos da Microsoft (TEAM, 2016).

A empresa escolhida, uma instituição de ensino privado, foi identificada como detentora de todos os pré-requisitos necessários para a execução dos testes: possuía uma estrutura de desenvolvimento bem definida, utilizando o Visual Studio da Microsoft. e controlava as alterações realizadas nos software em um controle de versionamento.

Com base nesse ambiente, foram identificados seis sistemas que foram desenvolvidos apenas por um único desenvolvedor. O número reduzido de participantes se justifica pela dificuldade de se encontrar sistemas que somente um desenvolvedor tenha desenvolvido.

Escolhidos os sistemas e desenvolvedores, para cada um foi analisado o projeto desenvolvido somente por aquele desenvolvedor. Os sistemas possuíam tamanho e complexidade variados, ou seja, foram feitos por programadores diferentes para atender requisitos diferentes e em momentos diferentes. Após a aplicação dos testes, houve a coleta das métricas DIT, CC, CBO e MI de cada desenvolvedor.

Foi realizado o teste de Friedman (FRIEDMAN, 1940), que é o teste não-paramétrico utilizado para comparar dados amostrais vinculados onde os pressupostos de normalidade não estão assegurados. A principal vantagem deste teste é que ele pode atuar em amostras que não obedecem necessariamente à condição de normalidade. Assim, é suficientemente adequado e apresenta um excelente desempenho para efetuar comparações múltiplas em múltiplos problemas (DERRAC et al., 2011) e tem sua representatividade reconhecida em ciência da computação, principalmente em avaliação de algoritmos de otimização combinatória (DERRAC et al., 2011) (ELMAZI et al., 2015) (ODA et al., 2015).

O teste de Friedman avaliou a existência de diferenças significativas entre as métricas de software de cada tipo de personalidade, adotando um nível de significância de 5%.

3.2 RESULTADOS DO PROJETO PILOTO

Dos dezesseis tipos de personalidades diferentes encontrados no modelo MBTI (Figura 2.2), foram identificados quatro tipos no estudo: dois programadores do tipo ESTJ, dois programadores do tipo ESFJ, um programador do tipo ENFP e um programador do tipo INTJ, como é mostrado na tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Relação programador X personalidade

Tipo	Programador	Perfil
ESTJ	1,3	Administradores excelentes, inigualáveis em gerir coisas ou pessoas.
ESFJ	2,6	Pessoas muito atenciosas, sociais e populares, sempre prontas para ajudar
INTJ	4	Pensadores criativos e estratégicos, com um plano para tudo.
ENFP	5	Possuem espíritos livres, criativos, sociáveis que encontram sempre uma razão para estarem felizes.

O resultado do teste MBTI executado pelos participantes está distribuído conforme a tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Resultados dos testes de personalidade

Programador	Tipo MBTI	Percentuais			
1	ESTJ	18% (E)	21% (S)	18% (T)	13% (J)
2	ESFJ	18% (E)	45% (S)	57% (F)	14% (J)
3	ESTJ	18% (E)	32% (S)	10% (T)	35% (J)
4	INTJ	12 % (I)	13% (N)	50% (T)	52% (J)
5	ENFP	28% (E)	8% (N)	32% (F)	9% (P)
6	ESFJ	52% (E)	14% (N)	16% (T)	20% (J)

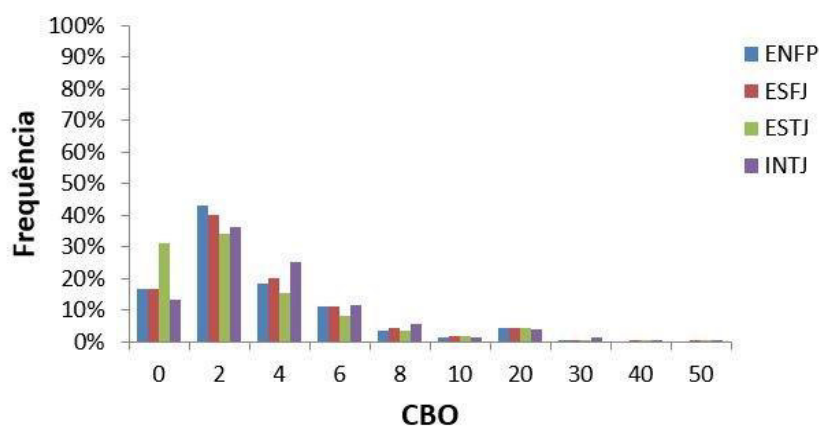
Nota-se que, para cada fator MBTI, há um valor percentual entre 0 e 100% indicando o tipo de personalidade MBTI do participante.

As figuras de 3.1 a 3.5 apresentam as distribuições de frequência para cada métrica, comparando os tipos de personalidade identificados. O eixo X representa os valores da métrica. O eixo Y representa a frequência relativa de classes encontradas em cada nível das métricas CBO e DIT. O eixo Y das métricas CC,

LOC e MI representa a frequência relativa de métodos de classes encontrados em cada um de seus níveis.

A maioria dos métodos dos software analisados originou classes com maior predominância de alto acoplamento ($CBO > 0$) (Figura 3.1) e grande profundidade de herança ($DIT > 3$) (Figura 3.3) (CHIDAMBER; KEMERER, 1994). No entanto, em relação ao tamanho e complexidade de software, nota-se que as métricas MI e LOC indicam qualidade de desenvolvimento, pois todo método de software analisado foi desenvolvido com um índice de manutenibilidade sustentável (entre 20 e 100) (ANALYZING, 2016), reflexo da maior predominância de métodos com até 10 linhas de código (Figura 3.4).

Figura 3.1 – Distribuição de frequência da métrica CBO por tipo de personalidade



Foi observado que, na maioria da produção dos software analisados, foram originadas classes de baixo acoplamento e profundidade de herança menor que três, estando dentro dos padrões encontrados na literatura.

Figura 3.2 – Distribuição de frequência da métrica CC por tipo de personalidade

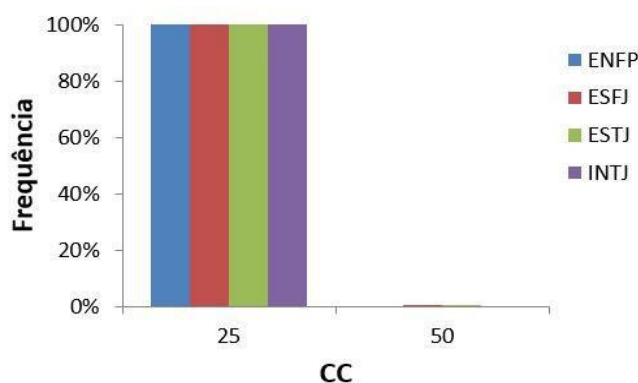


Figura 3.3 – Distribuição de frequência da métrica DIT por tipo de personalidade

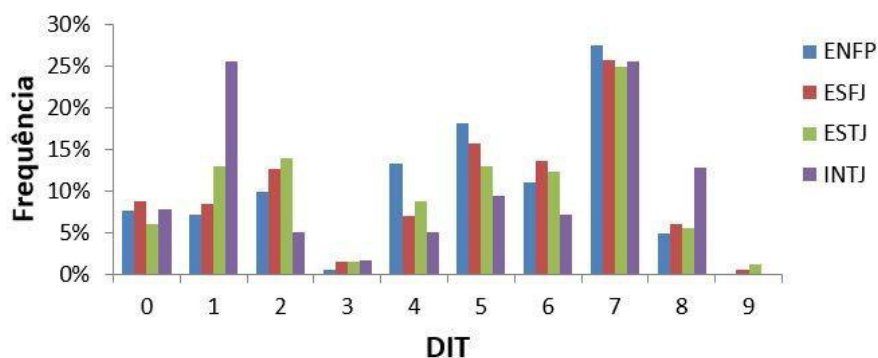
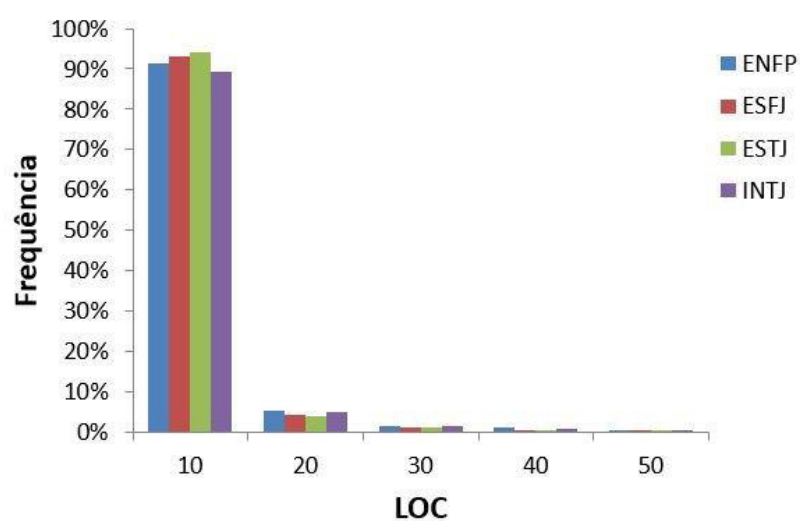


Figura 3.4 – Distribuição de frequência da métrica LOC por tipo de personalidade



Na tabela 3.4, o valor de $p < 0,05$ indica que existe uma diferença significativa na métrica LOC entre os tipos de personalidade encontrados.

Figura 3.5 – Distribuição de frequência da métrica MI por tipo de personalidade

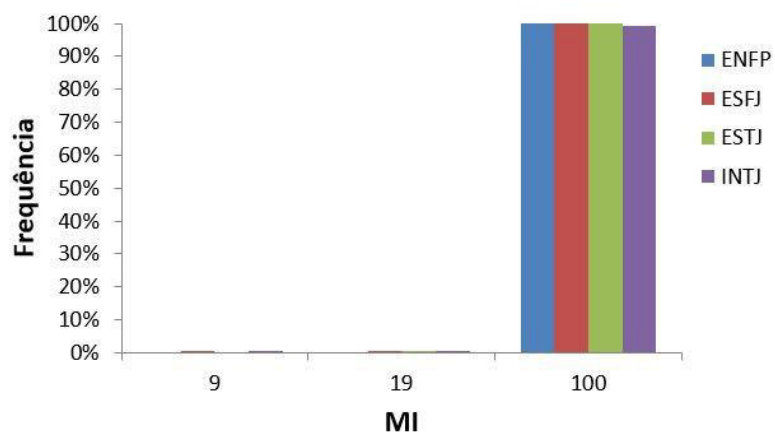


Tabela 3.4 – Tipo de personalidade x LOC

Diferenças	p-value
ESFJ – ENFP	0,9930
ESTJ – ENFP	0,1296
INTJ – ENFP	0,1295
ESTJ – ESFJ	0,0683
INTJ – ESFJ	0,2257
INTJ – ESTJ	0,0001

Nota-se então que, embora de diferentes tipos, dentre os desenvolvedores analisados, aqueles de tipo ENFP, ESFJ e INTJ produziram resultados com igual qualidade a uma significância de 5%. No entanto, foi notada uma diferença significativa entre o par INTJ e ESTJ, bem como uma diferença parcialmente significativa entre o par ESTJ e ESFJ.

Uma considerável diferença entre o tipo INTJ e os demais é notada no uso de herança. Enquanto os demais tipos implementam software com predominância de DIT = 7, o tipo INTJ, na maioria de suas implementações, usou DIT = 1. Esse resultado corrobora o modelo de Myers (MYERS; MCCAULLEY; MOST, 1985), ao afirmar que pessoas desse tipo são solucionadoras de problemas analíticos e apresentam alta capacidade de raciocínio lógico e solução de problemas complexos.

3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO PILOTO

No contexto deste trabalho, sob diferentes perspectivas de análise e levando em consideração uma amostra de seis desenvolvedores de software com experiências variadas, não se pode afirmar que as personalidades ENFP, ESFJ e ESTJ influenciam diretamente na qualidade do software construído. No entanto, o desenvolvedor de tipo INTJ apresentou características significativamente diferenciadas em relação à qualidade de software, mantendo menores níveis de profundidade de herança e métodos de menor tamanho.

Com a experiência adquirida neste projeto piloto, foram realizados dois experimentos controlados que compõem os capítulos 4 e 5.

4 ESTUDO DE CASO 1: BIG FIVE X MÉTRICAS DE SOFTWARE OO

Conforme explicado anteriormente, foi executado um experimento controlado (WOHLIN et al., 2012) na indústria, para a coleta de dados, o qual envolveu a execução de um teste psicológico Big Five e a aplicação de métricas de software de paradigma OO em software produzidos pelos participantes.

Sumarizando, o experimento teve 4 etapas: (1) Execução de teste de personalidade pelos participantes; (2) Aplicação de métricas de software OO em sistemas produzidos pelos participantes; (3) Coleta dos dados; e (4) Análise dos resultados.

4.1 DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO DO ESTUDO DE CASO 1

Nas duas próximas seções, serão definidos o objetivo e o planejamento do experimento.

4.1.1 Definição do objetivo

O objetivo deste experimento é avaliar, por meio de um experimento controlado, a influência da personalidade humana na qualidade de software. O experimento teve como alvo desenvolvedores de uma instituição de ensino no Brasil, com no mínimo dois anos de experiência em desenvolvimento, que utiliza o paradigma orientado a objetos.

O objetivo do experimento foi formalizado utilizando o modelo GQM (Goal Question Metric), proposto originalmente por Basili (BASILI, 1992), com os seguintes aspectos:

- Visando analisar a influência da personalidade humana no desenvolvimento de software;
- Com a finalidade de avaliar o modelo Big Five para identificação de personalidade contra a aplicação de métricas de software OO;
- Com respeito à qualidade do software produzido individualmente;
- Do ponto de vista de programadores e gestores de desenvolvimento de software;

- No contexto de programadores de uma instituição de ensino com área própria de TI.

4.1.2 Planejamento

4.1.2.1 Formulação das hipóteses

Baseado no fato de que, na RSL disposta no capítulo 2.1, não foram achados estudos que associam a personalidade Big Five às métricas de software OO, e compartilhando da mesma preocupação de Gomez e Acuna (GOMEZ; ACUNA, 2007), que identificam que existe um campo amplo a ser trabalhado na relação entre personalidade e qualidade de software, as questões de pesquisa que precisam ser respondidas para este experimento são:

- 1ª) Diferenças nos traços de personalidade não afetam a qualidade de software feitos por desenvolvedores da indústria?
- 2ª) Diferenças nos traços de personalidade afetam a qualidade de software feitos por desenvolvedores da indústria?

Para responder a essas questões, foram utilizadas métricas da engenharia de software que têm sido aplicadas na medição, tanto do processo quanto do produto de software. As métricas escolhidas foram: Profundidade de Herança (DIT), Acoplamento entre Objetos (CBO), Complexidade Ciclométrica (CC) e Índice de Manutenibilidade (MI) (MCCABE, 1976).

Tendo os objetivos e métricas definidos, serão consideradas as seguintes hipóteses:

- Hipótese 1:
 - H0DIT: Os traços de personalidade afetam a qualidade de software para a métrica DIT.
 - H1DIT: Os traços de personalidade não afetam a qualidade de software para a métrica DIT.
- Hipótese 2
 - H0CBO: Os traços de personalidade afetam a qualidade de software para a métrica CBO.

- H1CBO: Os traços de personalidade não afetam a qualidade de software para a métrica CBO.
- Hipótese 3
 - H0CC: Os traços de personalidade afetam a qualidade de software para a métrica CC.
 - H1CC: Os traços de personalidade não afetam a qualidade de software para a métrica CC.
- Hipótese 4
 - H0MI: Os traços de personalidade afetam a qualidade de software para a métrica MI.
 - H1MI: Os traços de personalidade não afetam a qualidade de software para a métrica MI.

4.1.2.2 Variáveis independentes

A seguir, são descritas as variáveis independentes do experimento.

- Teste de Personalidade Big Five

O objetivo foi realizar um teste psicológico com os participantes (INTERNATIONAL, 2016). O teste foi o mesmo utilizado no trabalho relacionado de Salleh, Mendes e Gru (SALLEH; MENDES; GRU, 2012).

O teste popularmente conhecido como Big Five possui 120 questões com afirmações sobre o dia-a-dia das pessoas. Para cada afirmação, o experimentado precisa responder o seu nível de concordância ou discordância. Os níveis propostos para cada questão são: concordo plenamente, concordo parcialmente, nem concordo nem discordo, discordo parcialmente e discordo plenamente.

O resultado do teste indica um *score* entre 1 e 7 para cada fator. Cada fator possui um *score* médio populacional, e quem estiver acima desse *score* possui fortes características do fator avaliado. Vide tabela 4.1.

Para a adoção dos valores ideais para os cinco fatores, foram adotados os valores que correspondem à média da população (INTERNATIONAL, 2016).

Os valores estão dispostos na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Valores ideais para os fatores Big Five

	EX	SO	CO	EE	AE
Forte	≥ 4.44	≥ 5.23	≥ 5.4	≥ 4.8	≥ 5.38
Fraca	< 4.44	< 5.23	< 5.4	< 4.8	< 5.38

EX=Extroversão; SO=Socialização; CO=Consciência; EE= Estabilidade Emocional; AE= Abertura a Experiência

Para entender melhor, um indivíduo possui características fortes para extroversão quando ele possui um *score* maior ou igual a 4.44 para esse fator.

- Aplicação de Métricas de Software Orientados a Objeto

As métricas foram colhidas por meio da ferramenta *CodeAnalysis* (ANALYZING, 2016), parte integrante do Visual Studio 2010, da Microsoft, que é o ambiente de desenvolvimento de paradigma orientado a objetos utilizado pela instituição escolhida. O código armazenado encontrava-se no servidor TFS (*Team Foundation Server*), que é uma plataforma de colaboração de gerenciamento do ciclo de vida de aplicativos da Microsoft (TEAM, 2016).

Para os sistemas produzidos pelos participantes, foram aplicadas as métricas de software OO dispostas na tabela 2.5.

Para a adoção dos valores ideais para as cinco métricas utilizadas no trabalho, foram seguidas as diretrizes de McCabe (MCCABE, 1976) e Bhasin, Sharma e Popli (BHASIN; SHARMA; POPLI, 2014). Os autores definem um conjunto de valores bons, regulares e críticos para cada métrica avaliada, como pode ser visto na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Valores ideais para software desenvolvidos em C#

	DIT	CBO	CC	MI
Bom	1-2	0-9	1-10	20- 100
Regular	3-4	10-30	11-20	10-19
Crítico	> 4	> 30	>20	< 9

4.1.2.3 Variáveis dependentes

As variáveis dependentes abordadas foram:

- Média da métrica Índice de Manutenibilidade (MI);
- Média da métrica Complexidade Ciclomática (CC);
- Média da métrica Profundidade de Herança (DIT);
- Média da métrica Acoplamento entre Objetos (CBO).

4.1.2.4 Variáveis intervenientes

Podem-se destacar duas variáveis que podem influenciar no resultado do experimento:

- A experiência dos desenvolvedores no teste psicológico aplicado, embora todos tenham confirmado que nunca haviam feito o teste;
- O comprometimento do desenvolvedor na resposta ao teste.

4.1.2.5 Seleção dos participantes

Os participantes são os indivíduos selecionados para conduzir o experimento. Eles são os responsáveis por informar parâmetros para o experimento, tal como o valor das variáveis (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002).

Para o experimento proposto, foram levados em consideração os sistemas implementados por um único programador, haja vista que a análise da personalidade *versus* a qualidade de software deveria ser de 1 x 1.

Nesse contexto, foi analisado o repositório de versionamento de software da instituição pesquisada, por meio do TFS (TEAM, 2016), para verificar quais programadores pertenciam às condições preestabelecidas. Foram identificados vinte software ou parte de software que apenas um programador tenha desenvolvido.

Em conversa com o gerente de desenvolvimento, foi verificado que, dentre os vinte programadores, quinze ainda estavam na empresa. Para não infringir o princípio da aleatoriedade e para evitar interferência no resultado do experimento,

todos os quinze participantes realizaram o teste psicológico de uma só vez (SHULL; CARVER; TRAVASSOS, 2001).

4.1.2.6 Projeto do experimento

O experimento foi projetado para que todos os participantes realizassem o teste psicológico Big Five (INTERNATIONAL, 2016).

Foi dada uma breve explicação sobre o teste psicológico Big Five e foi dito aos participantes que eles poderiam solicitar ajuda no entendimento de alguma questão, caso precisassem.

Os participantes foram colocados em um laboratório de informática na própria instituição fruto da experimentação, e não houve comunicação entre eles durante o período do teste.

Após a execução do teste, foi informado aos participantes que o resultado do teste psicológico seria associado à qualidade do software que eles produziram na instituição e que as métricas já haviam sido coletadas pelos experimentadores com o auxílio do funcionário responsável pelo gerenciamento do servidor TFS de versionamento (TEAM, 2016).

Também foi dito aos participantes que o resultado seria divulgado para o gerente de informática.

4.1.2.7 Instrumentação

O processo de instrumentação ocorreu, inicialmente, com a configuração do ambiente para o experimento e planejamento de coleta dos dados. O teste foi realizado com pessoas no seu ambiente real, configurando um experimento *in vivo*.

As ferramentas utilizadas no experimento foram:

- *CodeAnalysys*, parte integrante do *Visual Studio* 2010, versão 10.0.40219.1, acoplado à plataforma *Microsoft .NET Framework*, versão 4.6.01055 (ANALYZING, 2016);
- *Team Foundation Server*, com última atualização em 26/09/2016 (TEAM, 2016);

- Ferramenta online para execução do teste Big Five (INTERNATIONAL, 2016).

4.2 OPERAÇÃO DO EXPERIMENTO DO ESTUDO DE CASO 1

Nas próximas seções, será relatado como ocorreu o processo de operação do experimento, destacando-se a preparação, a execução e a validação dos dados.

4.2.1 Preparação

As seguintes etapas foram seguidas:

- Formulário de caracterização: foi decidido que os participantes iriam responder questões sobre níveis de escolaridade, de experiência de trabalho, de experiência na área de TI e de experiência com programação em geral.
- Coleta das métricas de software: foram colhidas as métricas dos software desenvolvidos pelos participantes. Os códigos-fontes para a coleta estavam armazenados no servidor TFS (TEAM, 2016) da instituição de ensino.
- Alocação de desenvolvedores para responder ao teste psicológico Big Five: Os computadores já estavam previamente ligados com a página para a execução do teste aberta. Os participantes não precisaram realizar nenhuma configuração.
- Formulário de *feedback*: foi decidido que os participantes iriam responder questões sobre a experiência com o experimento, se gostaram do teste e se eles acharam que o teste foi eficiente ao traçar a personalidade.

4.2.2 Execução

Após a preparação do experimento e instruções iniciais, os participantes tiveram cinco minutos para se acomodarem.

Cada participante teve dez minutos para responder o questionário de caracterização. Nesse momento, não houve dúvidas quanto à interpretação do que estava sendo perguntado.

Todos os participantes concordaram que associar a personalidade à qualidade de software poderia ser um ponto positivo na avaliação individual do desenvolvedor.

Os participantes não foram informados sobre as hipóteses exatas a serem testadas, evitando-se o fenômeno *Demand Characterization* (ORNE, 1962).

4.2.2.1 Coleta dos dados

A coleta de dados ocorreu por meio da cópia da tela do resultado do teste Big Five de cada participante. Sob supervisão, após o término do teste, o desenvolvedor chamava um dos experimentadores e este copiava a resposta do teste para um *pendrive*, identificando o arquivo com o nome do participante.

Em um segundo momento, os experimentadores coletaram as métricas dos software desenvolvidos, individualmente, por cada participante.

Os resultados dos dados coletados serão apresentados na Seção Análise dos Resultados.

4.2.3 Validação dos dados

Para a realização do experimento, foi realizado um teste psicológico com quinze desenvolvedores e foi medida a qualidade dos software desenvolvidos por eles.

Foram coletados os *scores* do teste de personalidade e os valores das métricas dos software. Como auxílio para a análise, interpretação e validação, foram utilizados dois tipos de testes estatísticos:

- O teste Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade das amostras, pois é um teste indicado para amostras inferiores a 30 (SHAPIRO; WILK, 1965) (BOSLAUGH, 2012).
- O teste de Mann-Whitney (U Test) foi utilizado para avaliar o nível de relacionamento entre os fatores psicológicos do Big Five e as métricas de software OO, haja vista que se trata de duas amostras independentes. Esse teste é comumente aplicado para a análise de fatores psicológicos (MANN; WHITNEY, 1947) (MACFARLAND; YATES, 2016). Outra

justificativa para o seu uso é que o trabalho de Kanij, Merkel e Grundy (KANJI; MERKEL; GRUNDY, 2015) obteve resultados satisfatórios utilizando esse teste.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO 1

Nesta seção, será feita uma análise e interpretação dos resultados obtidos e o tratamento das ameaças à validade do experimento.

4.3.1 Análise e interpretação dos resultados

Nesta seção, serão discutidos os resultados do experimento.

4.3.1.1 A análise dos participantes

Todos os participantes possuíam experiência em desenvolvimento de software e estavam devidamente adaptados ao modelo de desenvolvimento com C# utilizado pela empresa.

Embora o nível de experiência e a quantidade de sistemas mantidos sejam diferentes entre os participantes, não foi preciso nenhum treinamento específico para o desenvolvimento, haja vista que as métricas foram colhidas dos software que eles já haviam desenvolvidos e já estavam em uso pelos usuários da empresa. A tabela 4.3 mostra o nível de experiência e a quantidade de software já mantidos pelos participantes.

Tabela 4.3 – Escolaridade x experiência dos participantes

(continua)

Participantes	Escolaridade	Experiência com Desenvolv.. OO (anos)	Quant. software mantidos
1	G	4	6
2	PG	3	6
3	PG	6	9
4	G	2	4

5	PG	5	8
6	G	4	6
7	PG	6	7
8	G	3	4
9	G	8	10
10	G	9	12
11	PG	4	6
12	G	5	7
13	G	4	6
14	G	2	5
15	PG	5	8

G=Graduação; PG=Pós-Graduação

Analisando os dados, pode-se concluir que todos os participantes estavam credenciados a participarem do experimento.

4.3.1.2 O teste Big Five dos participantes

A figura 4.1 mostra a distribuição de fatores por cada desenvolvedor que realizou o teste. Para explicar melhor a distribuição, nota-se que o participante P1 obteve *score* 4 para o fator Extroversão, 4.5 para Socialização, 4.5 para Consciência, 6 para Estabilidade Emocional e 5 para Abertura à Experiência.

Fazendo uma comparação entre os participantes, pode-se destacar que os participantes P8, P10 e P15 são os menos extrovertidos, e que os participantes P2, P7 e P13 são os mais extrovertidos.

Vale destacar que os participantes P2 e P9 obtiveram os menores *scores* para o fator Estabilidade Emocional.

O fator Abertura à Experiência foi o que obteve menor variação entre os *scores* obtidos pelos participantes.

4.3.1.3 Os valores das métricas de software

As figuras 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5 representam a distribuição de métricas de software OO para os sistemas desenvolvidos individualmente por cada participante.

Figura 4.1 – Participantes X fatores Big Five

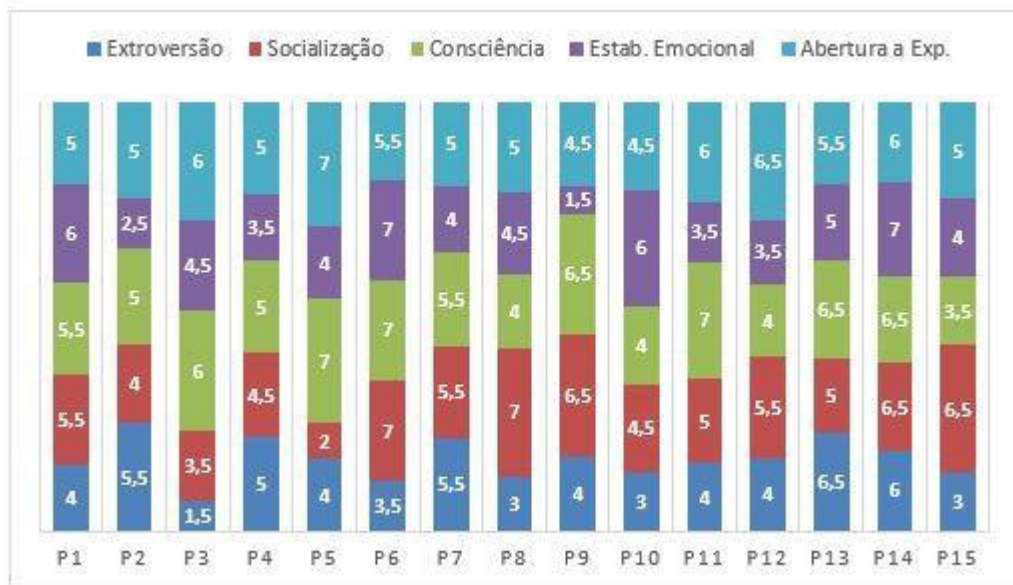
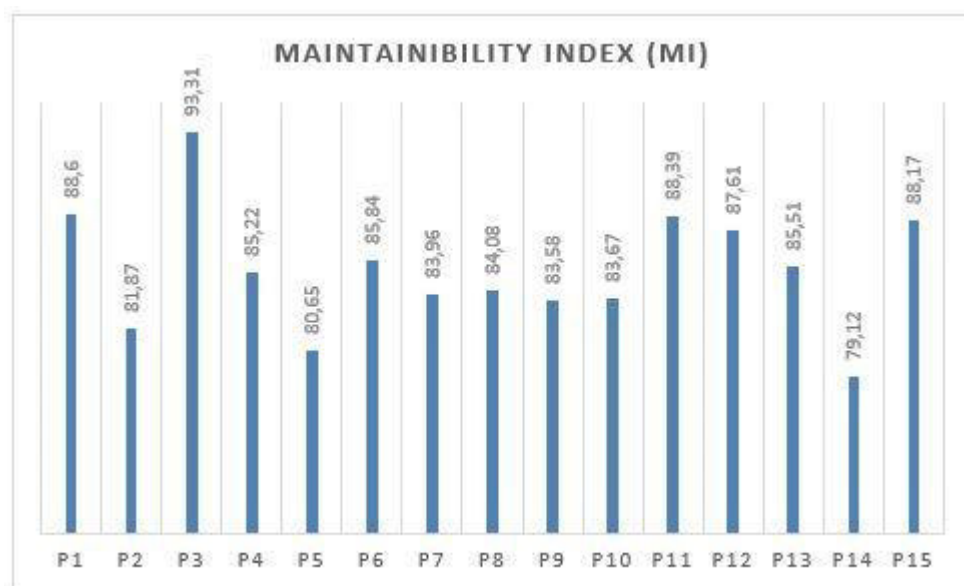


Figura 4.2 – Participantes X Metrica MI



Levando em consideração a tabela 5.1, que apresenta os níveis de qualidade aceitáveis pela literatura para cada métrica, pode-se destacar que todos os 15 participantes mantiveram níveis considerados bons para índice de manutenibilidade (figura 4.2), complexidade ciclomática (figura 4.4) e acoplamento de classe (figura 4.5).

Em relação à métrica Profundidade de Herança (figura 4.3), pode-se observar que apenas os participantes P3, P9, e P15 fizeram software com um nível

considerado bom. Em contrapartida, os participantes P4, P5, P7 e P8 estão classificados em um nível crítico para a mesma métrica.

Figura 4.3 – Participantes X Métrica DIT

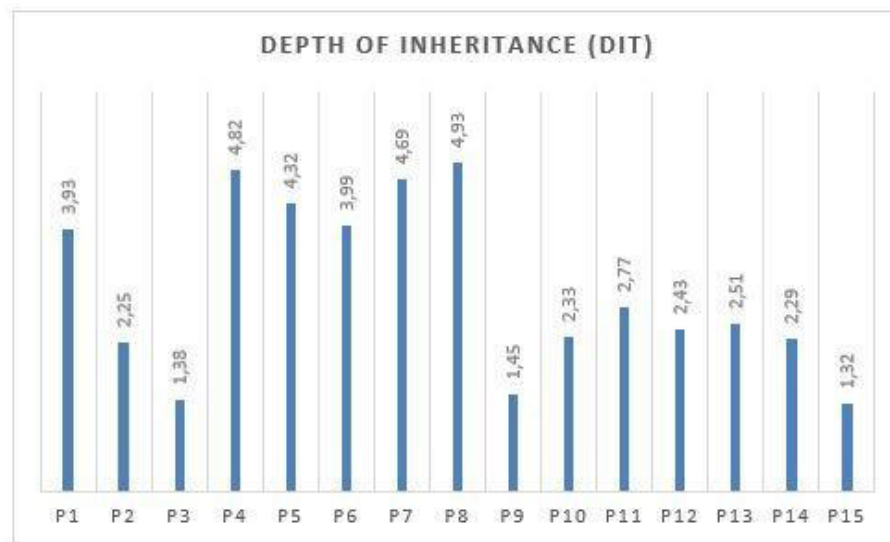
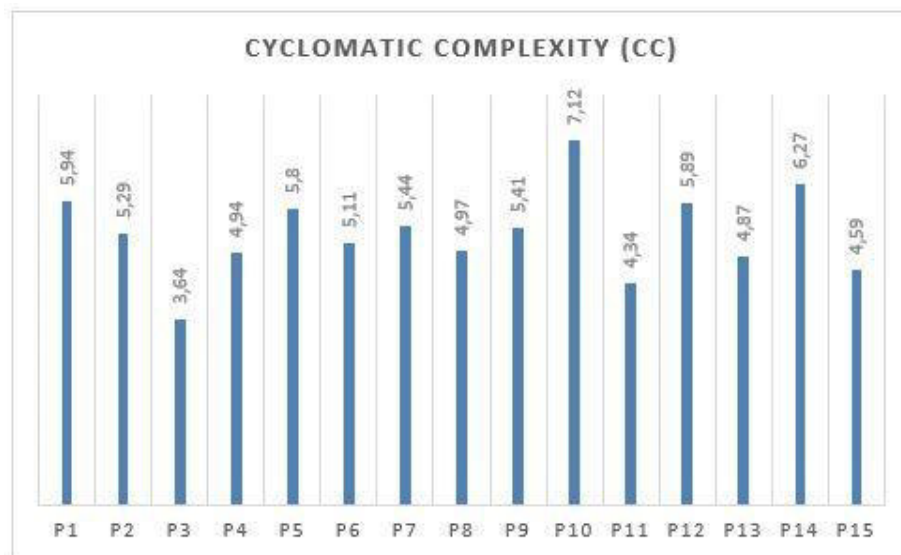


Figura 4.4 – Participantes X Métrica CC



4.3.1.4 A relação entre personalidade e métricas OO

Para embasamento da análise dos resultados, foram utilizadas evidências estatísticas conclusivas. Primeiramente, foi definido um nível de significância de 0.05 para todo o experimento, bem como foi aplicado o teste de *Shapiro-Wilk*

(BOSLAUGH, 2012) para avaliar se as amostras possuem uma distribuição normal. Os dados são apresentados na Tabela 4.4.

Respeitando o nível de significância de 0.05 adotado, pode-se observar que todas as amostras possuem distribuição normal, ou seja, possuem *p-values* maiores que 0.05. O resultado do teste de normalidade indica que nossa amostra foi distribuída normalmente para cada um dos fatores Big Five e para cada uma das métricas de software OO analisadas.

Figura 4.5 – Participantes X Métrica CBO

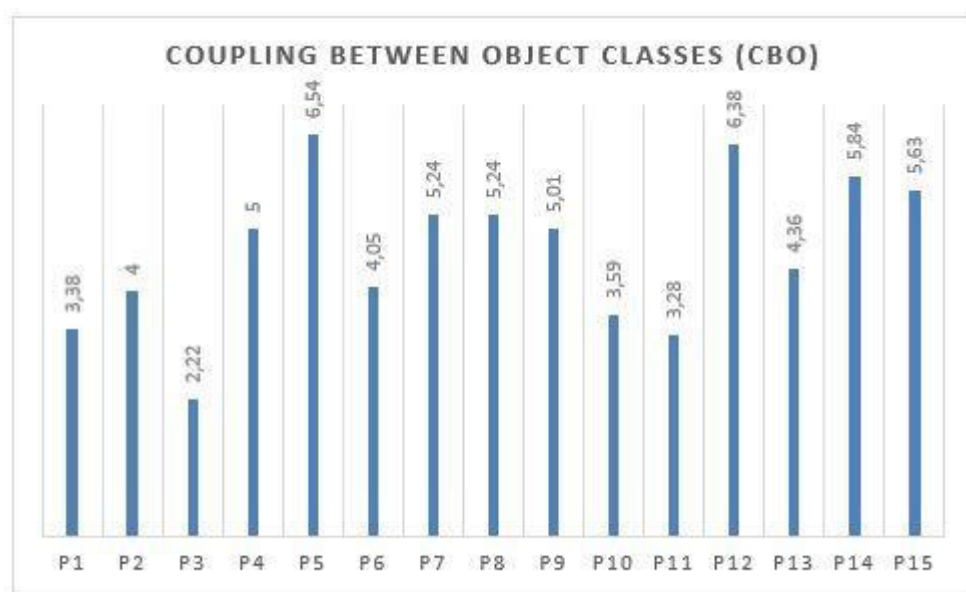


Tabela 4.4 – Shapiro-Wilk teste de normalidade

Fator	W	<i>p-value</i>
Extroversão	0.9522	0.561
Socialização	0.9362	0.3379
Consciência	0.8989	0.0916
Estab. Emocional	0.9516	0.5506
Abertura à Exp.	0.9006	0.0973
Índice de Manutenibilidade	0.9713	0.8772
Complexidade Ciclomática	0.9860	0.9951
Profundidade de Herança	0.8940	0.0773
Acoplamento entre Objetos	0.9719	0.8863

Partindo do ponto de que todas as amostras são normais, verificou-se a existência de relação significativa entre os fatores Big Five e as métricas de software OO.

A partir desse ponto, foram analisados dois cenários diferentes: no primeiro, foi feita a relação geral dos fatores psicológicos com as métricas de software OO; no segundo, foi feita a relação levando em consideração os valores ideais encontrados nas tabelas 4.1 e 4.2.

Para ambos os cenários, foi adotado um nível de significância de 0.05 e aplicado o teste de Mann-Whitney (U Test), para evidenciar a relação entre as variáveis.

No primeiro cenário, foi feita uma relação de cada fator individualmente com todas as métricas de software colhidas. Cada valor da tabela 4.5 representa o nível de significância (*p-value*) da relação entre o fator psicológico e a métrica de software OO analisada.

Para existir evidência da relação, o *p-value* precisa ser maior que o nível de significância 0.05 e, observando a tabela 4.5, pode-se verificar que o nível de significância é atingido nas seguintes relações: EX x CBO, SO x CBO, CO x CC, CO x CBO, EE x CC, EE x CBO e AE x CC.

Tabela 4.5 – Relação geral Big Five X métricas OO

Fator	MI	CC	DIT	CBO
EX	0,00006104	0,01147	0,02155	0,2454
SO	0,0007247	1	0,002625	0,05966
CO	0,00006104	0,5507	0,001329	0,1026
EE	0,00006104	0,06486	0,02155	0,6701
AE	0,0007247	0,5995	0,00006104	0,0445

EX=Extroversão; SO=Socialização; CO=Consciência; EE= Estabilidade Emocional; AE= Abertura à Experiência CC.

Nesse primeiro cenário, adotando um contexto geral, pode-se evidenciar que apenas as métricas CC e CBO são influenciadas pelos fatores psicológicos Big Five.

Partindo desse ponto de vista, podem-se refutar as hipóteses nulas H0MI e H0DIT e aceitar as hipóteses alternativas H1CBO e H1CC.

No segundo cenário, foi levado em consideração o nível dos *scores* dos fatores psicológicos (Tabela 4.1) e os níveis ideais das métricas OO. Foi realizada

uma análise na figura 4.5 e verificado que as métricas MI, CC e CBO tiveram valores considerados homogêneos e classificados como nível "Bom" de acordo com a tabela 4.2. Apenas a métrica DIT possui valores heterogêneos para os níveis aceitáveis, motivo pelo qual apenas ela foi utilizada na avaliação do cenário 2.

Novamente, foi adotado um nível de significância de 0.05 e o teste *Mann-Whitney (U Test)*. O resultado está disposto na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Relação Big Five X métrica DIT

Fator	DIT
EX	0.09727
SO	0.02459
CO	0.01503
EE	0.09148
AE	0.03666

EX=Extroversão; SO=Socialização; CO=Consciência; EE= Estabilidade Emocional; AE= Abertura à Experiência

Pode-se observar que apenas os fatores EX e EE obtiveram níveis de significância maiores que 0.05 (*p-value*), comparados à métrica de software DIT.

Com isso, analisando separadamente o cenário 2, há evidências de que, respeitando as faixas de valores ideais para os fatores psicológicos e para as métricas OO, pode-se refutar a hipótese H_{0DIT} e aceitar a hipótese alternativa H_{1DIT} .

Em resumo, a análise dos resultados do experimento proposto, em um primeiro cenário, sem levar em consideração os níveis ideais dos fatores psicológicos e das métricas OO, evidenciou a influência dos fatores Big Five sobre as métricas Complexidade Ciclômática (CC) e Acoplamento entre Objetos (CBO).

Em um segundo cenário, levando em consideração os níveis ideais das tabelas 4.2 e 4.1, a análise evidenciou a influência dos fatores Extroversão e Estabilidade Emocional sobre a métrica Profundidade de Herança (DIT). Uma comparação entre os dois cenários pode ser vista na tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Comparação entre os dois cenários analisados

	Cenário 1				Cenário 2
	MI	CC	DIT	CBO	DIT
EX				X	X
SO				X	
CO		X		X	
EE		X		X	X
AE		X			

EX=Extroversão; SO=Socialização; CO=Consciência; EE= Estabilidade Emocional; AE= Abertura à Experiência.

Pode-se notar que a Extroversão e a Estabilidade Emocional foram os únicos fatores psicológicos que tiveram relação significativa nos dois cenários analisados.

4.3.1.5 Comparação com os trabalhos relacionados

Partindo para uma comparação com os trabalhos relacionados, foi analisada a tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Comparação com trabalhos relacionados

Fator	Nosso Trabalho		T1	T2	T3
	Cenário 1	Cenário 2			
EX	X	X			
SO	X		X		
CO	X				X
EE	X	X			
AE	X		X	X	

EX=Extroversão; SO=Socialização; CO=Consciência; EE= Estabilidade Emocional; AE= Abertura à Experiência

Conforme relatado na seção 1.1, os autores Gomez e Acuna (GOMEZ; ACUNA, 2007), no trabalho T1, descobriram que os fatores Sociabilidade e Abertura a Experiência podem ser propícios para o desenvolvimento de software com alta qualidade, lembrando que eles analisaram o projeto e não cada métrica

individualmente. No presente experimento, esses dois fatores também tiveram valores significativos ao término da análise estatística, sendo que Sociabilidade obteve relevante significância no cenário 2 e Abertura à Experiência no cenário 1.

Os autores Salleh, Mendes e Gru (SALLEH; MENDES; GRU, 2012), no trabalho T2, indicaram que o fator Abertura à Experiência pode ter um papel significativo na diferenciação acadêmica dos alunos no âmbito de programação em pares. Neste experimento também foram encontrados uma relação significativa para Abertura a Experiência no cenário 1.

Por último, os autores Kanij, Merkel e Grundy (KANIJ; MERKEL; GRUNDY, 2015), no trabalho T3, chegaram à conclusão de que testadores de software possuem níveis mais elevados de Conscienciosidade em relação a outros profissionais de desenvolvimento. Neste experimento, Conscienciosidade também obteve um nível de significância relevante para o cenário 1.

Após esta análise, evidenciou-se que os achados deste experimento estão condizentes com os encontrados na literatura.

4.3.2 Ameaças à validade

Mesmo tendo alcançado resultados satisfatórios no experimento, não há como desconsiderar as seguintes ameaças à sua validade:

- Ameaças à validade interna: Como o teste Big Five aplicado possuía cento e vinte questões, é possível que o desenvolvedor tenha perdido a concentração em algum momento do teste. Isso foi mitigado com esclarecimentos por parte dos experimentadores no que diz respeito à importância de se concentrar em cada questão.
- Ameaças à validade externa: Como no ambiente experimentado havia apenas 15 desenvolvedores que satisfaziam o pré-requisito principal do experimento - ter desenvolvido um software ou parte dele sozinho, sem que nenhum outro desenvolvedor o tenha ajudado ou participado do projeto - , os resultados poderiam ter sofrido alterações se o número de participantes fosse maior. A diferença de complexidade entre os software foi mitigada com o uso da média dos valores das métricas OO. Segundo Kanij, Merkel e Grundy (2015), as características dos fatores Big Five são entendidas como uma descrição completa

da personalidade e são estáveis ao longo de um período de dez anos. Com isso, houve a preocupação em escolher software com menos de dez anos.

- Ameaças à validade de construção: O site que possuía o teste Big Five aplicado pode não ter ficado suficientemente intuitivo. Isso, contudo, foi mitigado com uma explicação minuciosa sobre o site e as questões do teste.

5 ESTUDO DE CASO 2: MBTI X MÉTRICAS DE SOFTWARE OO

Conforme explicado no capítulo 3, foi executado um experimento controlado (WOHLIN et al., 2012) na academia para a coleta de dados, o qual envolveu a execução de um teste psicológico MBTI e a aplicação de métricas de software de paradigma OO em software produzidos pelos participantes.

Sumarizando, o experimento teve 4 etapas: (1) Execução de teste de personalidade pelos participantes; (2) Aplicação de métricas de software OO em sistemas produzidos pelos participantes; (3) Coleta dos dados; (4) Análise dos resultados.

5.1 DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO DO ESTUDO DE CASO 2

Nas duas próximas seções, serão definidos o objetivo e o planejamento do experimento.

5.1.1 Definição do objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar, por meio de um experimento controlado, a influência da personalidade humana na qualidade de software. O experimento teve como alvo estudantes de Engenharia de Software de uma instituição de ensino que utiliza a linguagem Java.

O objetivo do experimento foi formalizado utilizando o modelo GQM proposto originalmente por Basili (BASILI, 1984), com os seguintes aspectos:

- Visa a analisar a influência da personalidade humana no desenvolvimento de software;
- Tem a finalidade de avaliar o modelo MBTI, para identificação de personalidade contra a aplicação de métricas de software OO;
- Com respeito à qualidade do software produzido individualmente;
- Do ponto de vista de professores;
- No contexto de estudantes de Engenharia de Software de uma instituição de ensino.

5.1.2 Planejamento

5.1.2.1 Formulação das hipóteses

Baseado na premissa de que não foram encontrados estudos que associam a personalidade MBTI às métricas de software OO, e compartilhando da mesma preocupação de Gomez e Acuna (2007), que identifica que existe um campo amplo a ser trabalhado na relação entre personalidade e qualidade de software, as questões de pesquisa a serem respondidas são:

- 1ª) Diferenças nos traços de personalidade não afetam a qualidade de software feitos por desenvolvedores da academia?
- 2ª) Diferenças nos traços de personalidade afetam a qualidade de software feitos por desenvolvedores da academia?

Para responder a essas questões, serão utilizadas as métricas CK: *Depth of Inheritance Tree (DIT)*, *Number of Children (NOC)*, *Coupling Between Object Classes (CBO)*, *Response For a Class (RFC)*, *Lack of Cohesion in Methods (LCOM)*, *Weighted Methods Per Class (WMC)* (CHIDAMBER; KEMERER, 1994).

Tendo os objetivos e métricas definidos, serão consideradas as seguintes hipóteses:

- Hipótese 1
 - H0DIT: Os traços de personalidade afetam a qualidade de software para a métrica DIT.
 - H1DIT: Os traços de personalidade não afetam a qualidade de software para a métrica DIT.
- Hipótese 2
 - H0NOC: Os traços de personalidade afetam a qualidade de software para a métrica NOC.
 - H1NOC: Os traços de personalidade não afetam a qualidade de software para a métrica NOC.
- Hipótese 3
 - H0CBO: Os traços de personalidade afetam a qualidade de software para a métrica CBO.
 - H1CBO: Os traços de personalidade não afetam a qualidade de software para a métrica CBO.

- Hipótese 4
 - H0RFC: Os traços de personalidade afetam a qualidade de software para a métrica RFC.
 - H1RFC: Os traços de personalidade não afetam a qualidade de software para a métrica RFC.
- Hipótese 5
 - H0LCOM: Os traços de personalidade afetam a qualidade de software para a métrica LCOM.
 - H1LCOM: Os traços de personalidade não afetam a qualidade de software para a métrica LCOM.
- Hipótese 6
 - H0WMC: Os traços de personalidade afetam a qualidade de software para a métrica WMC.
 - H1WMC: Os traços de personalidade não afetam a qualidade de software para a métrica WMC.

5.1.2.2 Variáveis independentes

A seguir, são descritas as variáveis independentes do experimento.

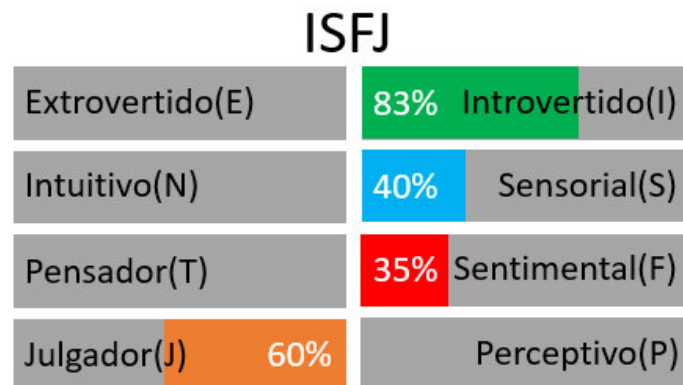
- Teste de personalidade MBTI

O objetivo foi realizar um teste psicológico com os participantes (NERIS, 2016).

O teste, popularmente conhecido como MBTI, possui sessenta questões com afirmações sobre o dia-a-dia das pessoas. Para cada afirmação, o experimentado precisa responder o seu nível de concordância ou discordância. Os níveis propostos para cada questão são: concordo plenamente, concordo parcialmente, nem concordo nem discordo, discordo parcialmente e discordo plenamente.

O resultado do teste indica um *score* entre 0% e 100% para cada dicotomia. Analisando a figura 5.1, nota-se que a pessoa que respondeu ao teste é 83% Introversa (I), 40% Sensorial(S), 35% Sentimental(F) e 60% Julgadora(J). Com isso, afirma-se que seu tipo de personalidade MBTI é ISFJ, conforme mostrado na figura 5.1.

Figura 5.1 – Resultado do teste MBTI - Exemplo



- Aplicação de métricas CK

Os estudantes desenvolveram seus software na linguagem Java, utilizando a *IDE Open source IntelliJ IDEA* (INTELLIJ, 2016). Essa IDE foi utilizada também para coletar as métricas CK.

Para avaliar a qualidade do software construído e adotar os valores ideais para as seis métricas CK, foram seguidas as diretrizes do trabalho descrito por Juliano, Travençolo e Soares.(JULIANO; TRAVENÇOLO; SOARES, 2014).

Nesse trabalho, os autores fizeram um levantamento estatístico dos valores das métricas CK e sugeriram valores considerados baixos, normais, altos e anômalos. Para tanto, realizaram uma investigação em *journals* e conferências que tratavam de análise de software com métricas CK.

Os autores analisaram software codificados em Java e C++ e, como resultado, criaram tabelas com a classificação de valores ideais para as duas linguagens.

Para este trabalho, foram seguidos os valores indicados na tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Valores ideais para software desenvolvidos em Java

	DIT	NOC	CBO	RFC	LCOM	WMC
Baixo	0	0	2	0	0	0
Normal	1	1-5	3-14	1-64	1-297	2-21
Alto	2	6-7	15-19	65-83	298-387	22-28
Anomalia	≥3	≥8	≥20	≥84	≥388	≥29

5.1.2.3 Variáveis dependentes

As variáveis dependentes abordadas foram:

- Média da métrica DIT;
- Média da métrica CBO;
- Média da métrica NOC;
- Média da métrica RFC;
- Média da métrica LCOM;
- Média da métrica WMC;

A descrição de cada métrica pode ser encontrada na tabela 5.3.

5.1.2.4 Variáveis intervenientes

Podem-se destacar duas variáveis que podem influenciar no resultado do experimento:

- A experiência dos estudantes no teste psicológico aplicado, embora todos tenham confirmado que nunca haviam feito o teste;
- O comprometimento do estudante na resposta ao teste.

5.1.2.5 Seleção dos participantes

Os participantes são os indivíduos selecionados para conduzir o experimento. Eles são os responsáveis por informar parâmetros para o experimento, tal como o valor das variáveis (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002).

Para o nosso experimento, foram levados em consideração os sistemas implementados por um único estudante, haja vista que a análise personalidade *versus* qualidade de software deveria ser de 1 x 1.

Para a seleção dos participantes, foram escolhidos estudantes que estavam cursando uma disciplina de programação avançada. Houve a colaboração de um professor da instituição escolhida.

Em conversa com o professor, verificou-se que ele lecionava a mesma disciplina em duas turmas diferentes. Uma turma possuía vinte e sete alunos e a outra, vinte e oito alunos.

Para não infringir o princípio da aleatoriedade, e para evitar interferência no resultado do experimento, foram sorteados treze participantes de uma turma e doze da outra, chegando então ao total de vinte e cinco participantes. Todos os participantes realizaram o teste psicológico de uma só vez (SHULL; CARVER; TRAVASSOS, 2001).

A instituição de ensino colaborou com os pesquisadores e autores deste trabalho, os quais são totalmente imparciais, sem possuir nenhuma demanda, interesse ou preferência sobre o ambiente.

5.1.2.6 Projeto do experimento

O experimento foi projetado em duas etapas: na primeira, a pedido dos experimentadores, o professor da disciplina passou uma atividade individual de programação, para que os alunos pudessem resolver na sala de aula. Tratava-se de uma aplicação web para simular um controle de vendas.

Na segunda etapa, todos os participantes realizaram o teste psicológico MBTI (NERIS, 2016). Todos os participantes executaram o experimento em uma única vez, para mitigar a troca de experiências entre eles.

Foi dada uma breve explicação sobre o teste psicológico MBTI e dito aos participantes que eles poderiam solicitar ajuda no entendimento de alguma questão, caso precisassem.

Os participantes foram colocados em um laboratório de informática na própria instituição fruto da experimentação e não houve comunicação entre eles durante o período do teste.

Após a execução do teste, foi informado aos participantes que o resultado do teste psicológico seria associado à qualidade do software que eles produziram na instituição.

Foi informado, também, que o professor disponibilizaria os códigos-fontes do software que eles fizeram, para que os experimentadores pudessem coletar as métricas CK, bem como que o resultado seria divulgado para o professor da disciplina.

5.1.2.7 Instrumentação

O processo de instrumentação ocorreu, inicialmente, com a configuração do ambiente para o experimento e planejamento de coleta dos dados, e foi realizado no laboratório de informática da instituição escolhida. O teste foi realizado com pessoas no seu ambiente real, configurando um experimento in vivo.

Seguem abaixo as ferramentas usadas.

- *IntelliJ IDEA*, IDE *open source* para desenvolvimento Java com plug-in para coleta de métricas CK, build 162.1121.32 (INTELLIJ, 2016);
- Ferramenta online *16personalities* para execução do teste MBTI (NERIS, 2016).

5.2 OPERAÇÃO DO EXPERIMENTO DO ESTUDO DE CASO 2

Nas próximas seções, será relatado como se deu o processo de operação do experimento, destacando-se a preparação, a execução e a validação dos dados.

5.2.1 Preparação

As seguintes etapas foram seguidas:

- Formulário de caracterização: foi decidido que os participantes iriam responder questões sobre níveis de escolaridade, de experiência de trabalho, de experiência na área de TI e de experiência com programação em geral.
- Coleta das métricas de software: foram colhidas as métricas dos software desenvolvidos pelos participantes.
- Alocação de estudantes para responder ao teste psicológico MBTI: os computadores já estavam previamente ligados com a página para a execução do teste aberta. Os participantes não precisaram realizar nenhuma configuração.
- Formulário de feedback: Foi decidido que os participantes iriam responder questões sobre a experiência com o experimento, se gostaram do teste e se eles acharam que o teste foi eficiente ao traçar a personalidade.

5.2.2 Execução

- Atividade de Programação

Os estudantes tiveram que desenvolver uma aplicação em Java. Todos os participantes já tinham conhecimento intermediário de programação e estavam aptos a desenvolver a atividade solicitada. Cada estudante teve liberdade para desenvolver a aplicação como preferisse.

Para mitigar a falta de compromisso no desenvolvimento da atividade, o professor estipulou uma pontuação para os estudantes na disciplina que ele ministrava.

- Teste de Personalidade

Após a preparação do experimento e instruções iniciais, os participantes tiveram cinco minutos para se acomodarem.

Cada participante teve dez minutos para responder o questionário de caracterização. Nesse momento, não houve dúvidas quanto à interpretação do que estava sendo perguntado.

Todos os participantes concordaram que associar a personalidade à qualidade de software poderia ser um ponto positivo na avaliação individual do desenvolvedor.

Todavia, os participantes não foram informados sobre as hipóteses exatas a serem testadas, evitando-se o fenômeno *Demand Characterization* (ORNE, 1962).

5.2.2.1 Coleta dos dados

Foi dado um *print* da tela do resultado do teste MBTI de cada participante. Sob supervisão, após o término do teste, o estudante chamava um dos experimentadores e este copiava a resposta do teste para um *pendrive*, identificando o arquivo com o nome do participante.

Em um segundo momento, os experimentadores coletaram as métricas CK dos software desenvolvidos, individualmente, por cada participante.

Os resultados dos dados coletados serão apresentados na seção Análise dos Resultados.

5.2.3 Validação dos dados

Para a realização do experimento, foi aplicado um teste psicológico com vinte e cinco estudantes e foi medida a qualidade dos software desenvolvidos por eles.

Foram coletados os resultados do teste de personalidade e os valores das métricas dos software.

Como auxílio para análise, interpretação e validação, foram utilizados três tipos de testes estatísticos:

- O teste Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade das amostras, pois é um teste indicado para amostras inferiores a 30 (SHAPIRO; WILK, 1965) (BOSLAUGH, 2012).
- O teste ANOVA foi utilizado para verificar o nível de relacionamento entre os fatores psicológicos do teste MBTI e as Métricas CK, haja vista que se trata de duas amostras independentes.
- O teste T-Student (Test T) foi utilizado para verificar o nível de relacionamento entre os participantes extrovertidos(E) e introvertidos(I).

Os testes estatísticos foram feitos utilizando a ferramenta R, criada pela *Foundation for Statistical Computing*, versão 3.2.2.

5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO 2

Nesta seção, serão feitas a análise e a interpretação dos resultados obtidos e o tratamento das ameaças à validade do experimento.

5.3.1 Análise e interpretação dos resultados

Nesta seção, serão discutidos os resultados do experimento.

5.3.1.1 A análise dos participantes

Todos os participantes cursavam a mesma disciplina de programação e possuíam conhecimento intermediário no desenvolvimento com linguagem Java, por isso, não foi preciso nenhum treinamento específico para o desenvolvimento.

As figuras 5.2 e 5.3 apresentam, respectivamente, a quantidade de participantes por sexo e a quantidade de participantes por idade.

Figura 5.2 – Participantes x sexo

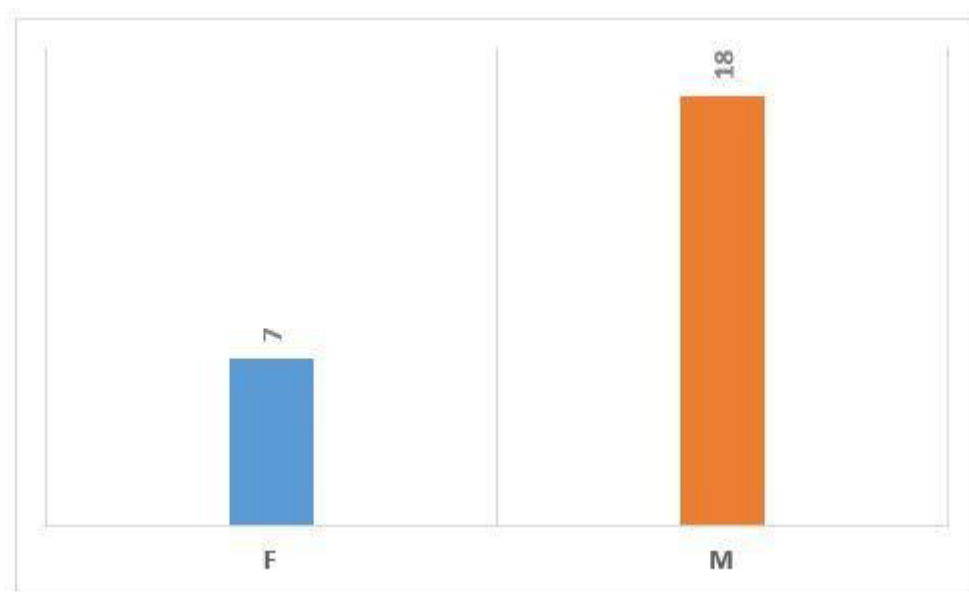
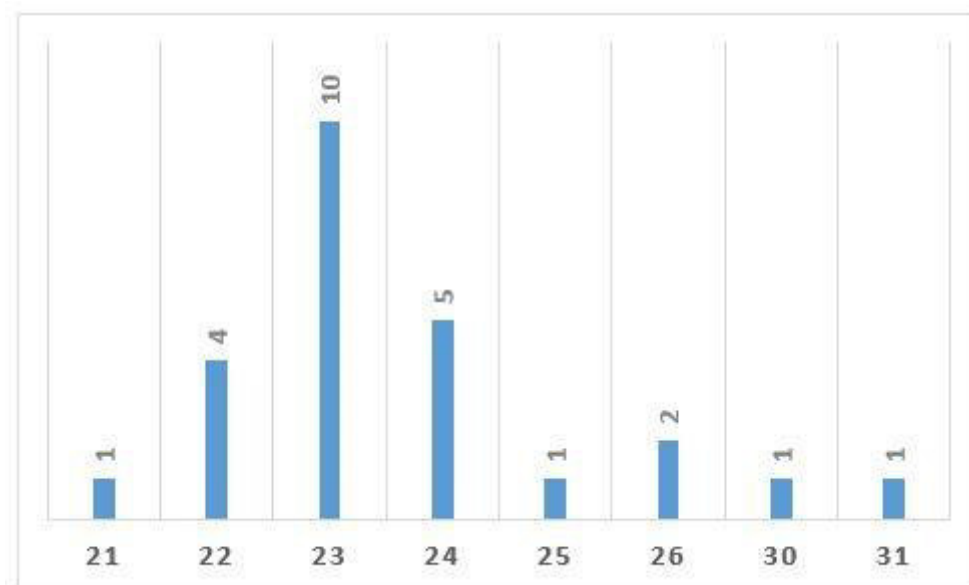


Figura 5.3 – Participantes x idade



5.3.1.2 O teste MBTI dos participantes

A tabela 5.2 mostra o resultado do teste MBTI para os participantes do experimento.

A figura 5.4 apresenta a distribuição dos tipos MBTI por cada desenvolvedor que realizou o teste, separados por sexo. Pode-se observar que, dos dezesseis tipos MBTI possíveis, a amostra resultou em doze tipos, divididos em sete tipos extrovertidos e cinco tipos introvertidos.

Nota-se que o tipo com maior frequência foi o ESTJ, com oito ocorrências, sete para homens e uma para mulheres.

Tabela 5.2 – Resultado do teste MBTI dos participantes

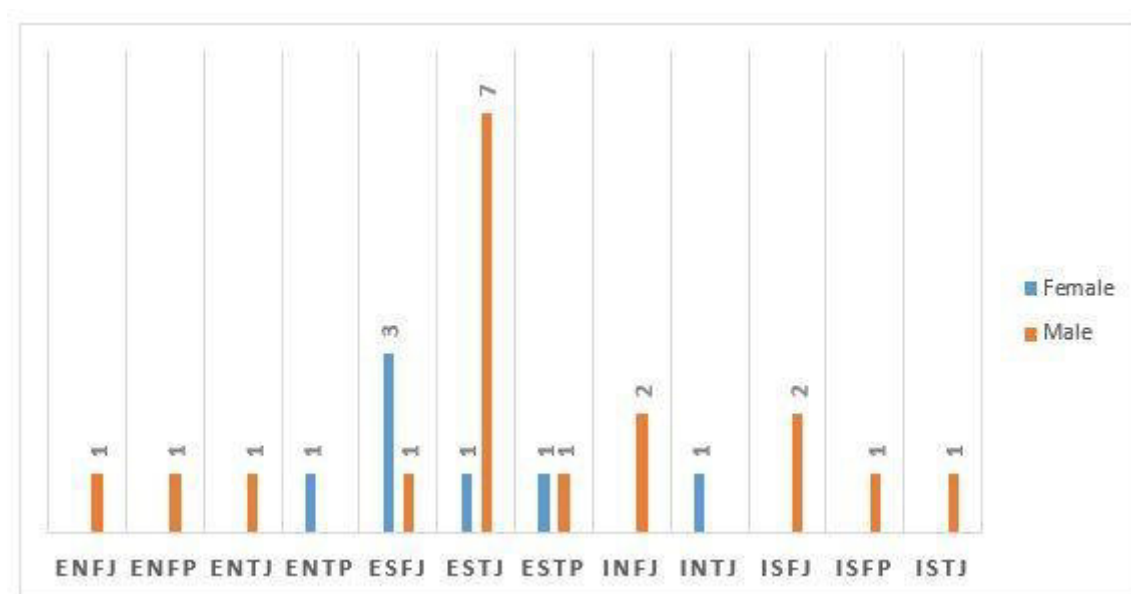
(continua)

Participante	Idade	Sexo	Tipo MBTI	(E)	(I)	(N)	(S)	(T)	(F)	(J)	(P)
P1	24	F	ESFJ	61%			78%		60%	90%	
P2	23	F	ESTJ	84%			80%	61%		80%	
P3	23	M	ESTJ	62%			74%	82%		74%	
P4	24	M	ESTJ	55%			64%	53%		44%	
P5	23	M	ESTJ	59%			68%	58%		80%	
P6	23	M	ESTJ	57%			53%	65%		63%	
P7	22	M	ESTJ	60%			78%	76%		61%	
P8	23	M	ESTP	82%			85%	63%			66%
P9	23	M	ISFJ		53%		97%		66%	88%	
P10	22	F	ENTP	53%		84%		68%			74%
P11	22	M	ESTJ	65%			65%	54%		64%	
P12	23	F	ESFJ	75%			88%		56%	100%	
P13	23	F	INTJ		69%	57%		73%		64%	
P14	24	M	INFJ		59%	56%			68%	68%	
P15	26	M	ISFJ		52%		79%		56%		62%
P16	22	M	ESFJ	66%			54%		57%	80%	
P17	30	M	ISTJ		63%		74%	94%		96%	
P18	23	F	ESTP	75%			76%	58%		56%	
P19	25	M	ISFP		62%		77%		65%	98%	

P20	24	M	ENFJ	65%		62%			75%	100%	
P21	24	M	INFJ		69%	57%			73%	64%	
P22	26	F	ESFJ	87%			72%		55%	74%	
P23	23	M	ENTJ	65%		55%		55%		65%	
P24	21	M	ENFP	66%		67%			67%		75%
P25	31	M	ESTJ	57%			82%	64%		70%	

(E) Extrovertido;(I) Introvertido;(N) Intuitivo;(S) Observador; (T) Pensante;(F) Sentimento;(J) Julgador;(P) Explorador

Figura 5.4 – Participantes x tipos MBTI x sexo



5.3.1.3 Os valores das métricas de software

A tabela 5.3 representa a distribuição das médias dos valores das métricas CK para os software desenvolvidos individualmente por cada participante.

Tabela 5.3 – Participantes X média valores das métricas CK

(continua)

Participante	CBO	DIT	LCOM	NOC	RFC	WMC
P1	10,00	3,83	0,41	0,08	10,91	20,18
P2	6,44	1,48	2,22	0,58	19,80	6,60
P3	3,67	1,00	1,83	1,00	10,00	9,17

P4	8,26	2,60	2,08	1,58	15,45	18,21
P5	4,91	1,91	2,45	0,18	30,44	18,01
P6	2,40	1,80	2,20	0,80	17,58	8,08
P7	10,55	2,24	0,56	1,02	10,29	9,43
P8	9,55	2,15	4,32	1,17	20,50	57,50
P9	3,20	1,60	1,80	2,20	20,80	17,80
P10	4,68	2,75	1,70	0,93	47,50	67,00
P11	12,07	2,74	1,90	0,95	7,62	25,23
P12	4,33	1,12	1,96	0,12	16,12	27,90
P13	2,30	3,12	0,75	1,12	9,02	39,03
P14	4,46	2,31	1,62	0,23	9,74	26,40
P15	3,65	2,24	0,76	1,58	20,63	27,88
P16	3,78	1,91	4,45	0,05	20,01	17,99
P17	1,71	1,00	1,86	1,32	28,26	24,26
P18	1,96	3,53	2,06	0,17	12,23	20,42
P19	5,36	1,94	2,83	0,48	36,86	30,34
P20	7,03	1,90	3,37	1,44	21,11	32,60
P21	7,19	1,33	1,13	0,98	38,09	22,42
P22	9,08	1,00	3,25	1,40	28,90	33,44
P23	11,15	2,60	1,09	0,64	26,17	37,81
P24	10,56	1,33	2,00	1,54	20,15	39,76
P25	4,74	2,60	1,31	0,14	35,00	37,97

Levando em consideração a tabela 5.1, que mostra os níveis de qualidade aceitáveis pela literatura para cada métrica CK, pode-se destacar que todos os participantes mantiveram níveis considerados normais para as métricas NOC, CBO, RFC, LCOM, ou seja, todos criaram software com qualidade igual para essas métricas.

Em relação à métrica DIT, pode-se observar que apenas os participantes P1, P13 e P18 fizeram software com um nível considerado anomalia.

Para a métrica WMC, os participantes P8, P10, P13, P19, P20, P22, P23, P24 e P25 fizeram software com um nível considerado anomalia. Essa grande incidência pode estar relacionada ao fato de estudantes, no ambiente acadêmico, não terem disponíveis API (*Application Programming Interfaces*) que facilitem o uso de recursos e diminua a complexidade das classes.

Por fim, nenhum dos participantes obteve valores considerados baixos para as métricas CK, de acordo com a tabela 5.1.

5.3.1.4 A relação entre personalidade e métricas OO

Para o embasamento da análise dos resultados, foram utilizadas evidências estatísticas conclusivas. Primeiramente, foi definido um nível de significância de 0.05 para todo o experimento, bem como foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk (BOSLAUGH, 2012) para verificar se as amostras possuem uma distribuição normal. Os dados são apresentados na tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Teste *Shapiro-Wilk*

Variáveis	W	<i>p-value</i>
CBO	0.92919	0.08325
DIT	0.95733	0.3639
LCOM	0.93077	0.09053
NOC	0.93584	0.1186
RFC	0.93046	0.08907
WMC	0.92311	0.06034
MBTI Types	0.92422	0.06398

Respeitando o nível de significância de 0.05 adotado, pode-se observar que todas as amostras possuem distribuição normal, ou seja, possuem *p-values* maiores que 0.05. O resultado do teste de normalidade indica que nossa amostra foi distribuída normalmente para os tipos de personalidade MBTI e para cada métrica de software CK.

Partindo do ponto de que todas as amostras são normais, verificou-se a existência de relação significativa entre os tipos MBTI e as métricas de software CK.

A partir desse ponto, foram analisados dois cenários diferentes: no primeiro, foi feita a relação os fatores psicológicos com as métricas CK sem levar em consideração os valores ideais dispostos na tabela 5.1; no segundo, foi feita a relação levando em consideração os valores ideais encontrados nessa tabela.

Para o primeiro cenário, adotou-se um nível de significância de 0.05 e aplicou-se o teste ANOVA (análise de variância), para evidenciar a relação entre as variáveis.

A relação entre os tipos MBTI e as métricas de software CK estão dispostas na tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Teste ANOVA - Cenário 1

	<i>F value</i>	<i>p-value</i>
CBO	0.274	0.6070
DIT	1.137	0.3004
LCOM	0.001	0.9780
NOC	0.539	0.4721
RFC	5.491	0.0308
WMC	1.697	0.02091

Para existir evidência da relação, o *p-value* precisa ser maior que o nível de significância 0.05 e, observando a tabela 5.5, pode-se verificar que as únicas métricas que não atingem o nível de significância são RFC e WMC.

Nesse primeiro cenário, adotando um contexto geral, pode-se evidenciar que as métricas RFC e WMC não sofrem influência dos tipos MBTI.

Partindo desse ponto de vista, pode-se refutar as hipóteses nulas H_{0RFC} e H_{0WMC} e aceitar as hipóteses alternativas H_{1DIT} e H_{1NOC} , H_{1CBO} e H_{1LCOM} .

No segundo cenário, também se adota um nível de significância de 0.05 e aplica-se novamente o teste ANOVA, levando-se em consideração os valores ideais encontrados na tabela 5.1.

Como todos os participantes possuem valores considerados homogêneos e classificados como nível "Normal", de acordo com a tabela 5.1, para as métricas CBO, LCOM, NOC e RFC, analisou-se apenas as duas métricas que tiveram diferenças respeitando os valores ideais: DIT e WMC.

A tabela 5.6 apresenta o resultado do teste para o cenário 2.

Tabela 5.6 – Teste ANOVA - Cenário 2

	F value	p-value
DIT	1.672	0.209
WMC	28.370	0.000024

Diante desse resultado, pode-se evidenciar que, respeitando os níveis ideais para as métricas CK (JULIANO; TRAVENÇOLO; SOARES, 2014) encontrados na tabela 5.1, apenas a métrica DIT obteve nível de significância maior que 0.05 (*p-value*), comparada à métrica de software WMC.

Com isso, analisando separadamente o cenário 2, pode-se refutar a hipótese H0WMC e aceitar a hipótese alternativa H1DIT.

Em resumo, a análise dos resultados do experimento proposto, em um primeiro cenário, sem levar em consideração os níveis ideais das métricas CK, evidenciou a influência dos tipos MBTI sobre as métricas DIT, NOC, CBO e LCOM.

Em um segundo cenário, levando em consideração os níveis ideais da tabela 5.1, a análise evidenciou a influência da personalidade sobre a métrica DIT. Uma comparação entre os dois cenários pode ser vista na tabela 5.7.

Pode-se notar que DIT foi a única métrica que teve relação significativa com os tipos de personalidades MBTI nos dois cenários analisados.

Tabela 5.7 – Comparação entre os dois cenários analisados

Métricas CK	Cenário 1	Cenário 2
CBO	X	
DIT	X	X
LCOM	X	
NOC	X	
RFC		
WMC		

5.3.1.5 Comparação entre tipos introvertidos e extrovertidos

Uma análise comum entre os trabalhos relacionados é comparar as diferenças existentes entre os tipos Introvertidos(I) e Extrovertidos(E). Neste trabalho, foram encontrados doze tipos MBTI diferentes e foi realizada uma comparação entre cada tipo Extrovertido e todos os tipos Introvertidos. O objetivo foi verificar se os participantes (I) fazem software com qualidade diferente dos participantes (E).

Para isso, foi aplicado o Teste T(*t-student*), com uma significância de 0.05 para evidenciar a diferença entre (I) e (E). A tabela 5.8 mostra o resultado.

Tabela 5.8 – Relação entre tipos Extrovertidos e Introvertidos (Test T)

Tipo MBTI	CBO	DIT	LCOM	NOC	RFC	WMC
ESFJ-ISFJ	0,08854	0,03818	0,02936	0,0805	0,2813	0,1318
ESFJ-INTJ	0,01541	0,1308	0,2178	0,0681	0,1961	0,0117
ESFJ-INFJ	0,00825	0,01772	0,08317	0,0430	0,12	0,0947
ESFJ-ISTJ	0,1146	0,07798	0,1797	0,3883	0,1736	0,1501
ESFJ-ISFP	0,01337	0,03818	0,0550	0,1983	0,0071	0,163
ESTJ-ISFJ	0,1921	0,06627	0,0471	0,0397	0,2892	0,0426
ESTJ-INTJ	0,1271	0,01564	0,154	0,0271	0,2064	0,1028
ESTJ-INFJ	0,08202	0,04605	0,1545	0,0836	0,1317	0,0032
ESTJ-ISTJ	0,00200	0,05009	0,111	0,4018	0,1844	0,0626
ESTJ-ISFP	0,2299	0,01564	0,02138	0,1633	0,01987	0,0769
ENTJ-ISFJ	0,2555	0,1772	0,0539	0,5000	0,3856	0,3399
ENTJ-INTJ	0,1995	0,08957	0,1478	0,5000	0,3366	0,2528
ENTJ-INFJ	0,1593	0,1943	0,1605	0,5000	0,2885	0,3195
ENTJ-ISTJ	0,08056	0,2662	0,1045	0,5000	0,3228	0,3491
ENTJ-ISFP	0,2871	0,08957	0,02824	0,5000	0,2067	0,3557
ESTP-ISFJ	0,3861	0,07182	0,03234	0,0963	0,2757	0,1435
ESTP-INTJ	0,3413	0,1614	0,1671	0,0841	0,1889	0,0011
ESTP-INFJ	0,317	0,05167	0,1411	0,0265	0,1118	0,107
ESTP-ISTJ	0,2654	0,04446	0,1249	0,3825	0,1661	0,1614
ESTP-ISFP	0,3908	0,1614	0,00643	0,2115	0,00157	0,1741
ENFJ-ISFJ	0,003797	0,2203	0,3811	0,4502	0,3755	0,1719
ENFJ-INTJ	0,1032	0,2872	0,2784	0,4481	0,3224	0,0334
ENFJ-INFJ	0,1471	0,2042	0,4163	0,4265	0,2709	0,137
ENFJ-ISTJ	0,2182	0,1203	0,3069	0,1695	0,3076	0,189
ENTP-ISFP	0,01734	0,2872	0,3713	0,4670	0,1841	0,201
ENTP-ISFJ	0,06421	0,1145	0,01348	0,1351	0,3259	0,1992
ENTP-INTJ	0,04402	0,199	0,1832	0,1466	0,2547	0,0657
ENTP-INFJ	0,09058	0,09506	0,1238	0,2379	0,1883	0,166
ENTP-ISTJ	0,1683	0	0,1422	0,4437	0,2354	0,2153
ENTP-ISFP	0,07742	0,199	0,0124	0,0816	0,0835	0,2266
ENFP-ISFJ	0,1392	0,0619	0,0072	0,1708	0,2803	0,3834
ENFP-INTJ	0,035	0,0339	0,2003	0,1598	0,1948	0,3177
ENFP-INFJ	0,0126	0,0819	0,1044	0,0550	0,1185	0,3684
ENFP-ISTJ	0,09607	0,1706	0,1606	0,3492	0,1723	0,3904
ENFP-ISFP	0,1514	0,0339	0,0331	0,2707	0,0055	0,3953

Nota-se que, para cada relação E x I, foi calculado o *p-value*, como mostra a tabela 5.8. Para que haja diferença na qualidade do software produzido é preciso que o nível de significância seja maior que 0,05 para as métricas CK analisadas.

O tipo ENTJ é o que possui mais diferença significativa em relação aos tipos (I) e, o tipo ESFJ é o que possui menos evidência significativa de relação. Para concluir, o tipo ISTJ é o que teve mais diferenças significativas em relação aos tipos (E).

Nesse íterim, os tipos ENTJ e ISTJ foram os que tiveram mais diferenças significativas de valores de métricas CK.

Uma evidência que surge desta análise é que os dois tipos possuem "TJ" que caracterizam pessoas que procuram argumentos lógicos para tomar as decisões e não sentem pressão após a tomada dessas decisões (MYERS et al., 1998).

5.3.2 Ameaças à validade

Mesmo tendo alcançado resultados satisfatórios no experimento, não há como desconsiderar as seguintes ameaças à validade:

- Ameaças à validade interna: Como o teste MBTI aplicado possuía sessenta questões, é possível que o estudante tenha perdido a concentração em algum momento do teste. Isso foi mitigado com esclarecimentos por parte dos experimentadores no que diz respeito à importância de se concentrar em cada questão.
- Ameaças à validade externa: Como o experimento foi realizado com apenas vinte e cinco estudantes, os resultados poderiam ter sofrido alterações se o número de participantes fosse maior.
- Ameaças à validade de construção: O site que possuía o teste MBTI aplicado pode não ter ficado suficientemente intuitivo. Isso foi mitigado com uma explicação minuciosa sobre o site e as questões do teste.

6 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi verificar se há relação entre os fatores psicológicos de um desenvolvedor e a qualidade dos software que ele produz.

Foram realizados dois experimentos controlados. O primeiro, chamado de Estudo de Caso 1, teve a participação de quinze desenvolvedores de software da indústria em uma instituição de ensino privado que possuía software, ou partes deles, desenvolvidos por um único desenvolvedor.

O segundo, chamado de Estudo de Caso 2, teve a participação de vinte e cinco desenvolvedores da academia.

Para o Estudo de Caso 1, foram coletados os dados dos testes psicológicos Big Five, realizados pelos desenvolvedores, e foram calculadas as métricas para os software desenvolvidos pelos mesmos desenvolvedores.

Por meio de uma análise dos resultados para as amostras coletadas, descobriram-se evidências de que, ao relacionar os fatores Big Five às métricas de software, sem a preocupação com os níveis ideais adotados pela literatura (vide tabelas 4.1 e 4.2), há como sugerir que a métrica CC sofreu influência dos fatores Consciência, Estabilidade Emocional e Abertura à Experiência, e que a métrica CBO sofreu influência dos fatores Extroversão, Socialização e Estabilidade Emocional.

Em contrapartida, se houver a preocupação com os níveis ideais adotados pela literatura, há como sugerir que a métrica DIT sofreu influência dos fatores Extroversão e Estabilidade Emocional. Um achado que pode ser considerado importante é que o fator Estabilidade Emocional foi o único a gerar evidências positivas nos dois cenários avaliados.

Para o Estudo de Caso 2, foram coletados os dados dos testes psicológicos MBTI de vinte e cinco estudantes e foram calculadas as métricas CK para os software desenvolvidos pelos mesmos estudantes.

Também, por meio de uma análise estatística dos resultados para as amostras coletadas, descobriram-se evidências de que, ao relacionar os fatores MBTI às métricas CK, sem a preocupação com os níveis ideais adotados pela literatura (vide tabela 4.2), há como sugerir que as métricas RFC e WMC não sofreram influência dos fatores psicológicos. Ou seja, todos os estudantes fizeram software com igual qualidade para essas métricas.

Porém, se houver a preocupação com os níveis ideais adotados pela literatura (tabela 4.2), há como sugerir que a métrica DIT foi a única a sofrer influência dos tipos de personalidades MBTI.

Ainda no estudo de caso 2, ao confrontar os tipos Introversivos(I) X Extroversivos(E) para descobrir se estudantes (E) fazem software com qualidade diferente dos estudantes (I), ficou evidenciado que os tipos ENTJ e ISTJ foram os que mais influenciaram a qualidade do software produzido. Um achado que pode ser considerado importante é que ambos os tipos possuem as letras "TJ", ou seja, são pessoas que procuram argumentos lógicos para tomar as decisões e não sentem pressão após a tomada dessas decisões.

Para os dois estudos de caso, é importante frisar que foram utilizadas ferramentas de desenvolvimento que possibilitam a máxima codificação possível por parte dos desenvolvedores, haja vista que, durante a execução dos experimentos, foi levantada a problemática do uso de ferramentas de geração automática de códigos-fontes e como estas poderiam influenciar na avaliação da qualidade do software desenvolvido.

Quanto à instituição de ensino que cedeu seu espaço e seus desenvolvedores para a execução do experimento do Estudo de Caso 1, ficou claro para os experimentadores que o resultado foi de extrema importância para, em um futuro próximo, a empresa adotar a avaliação de personalidade como um dos elementos avaliativos para a sua equipe de desenvolvimento. Mas, antes disso, estudos adicionais são necessários para determinar qualquer ligação real entre personalidade e qualidade de software.

Como principais contribuições acadêmicas, esta dissertação gerou três publicações internacionais:

- O projeto piloto (Capítulo 3) foi publicado nos anais da *8th Euro American Association on Telematics and Information Systems* (EATIS 2016 - qualis B3);
- A revisão sistemática da literatura (Seção 2.1 do Capítulo 2) foi publicada nos anais da *19th International Conference on Enterprise Information Systems* (ICEIS 2017 – qualis B1);
- O estudo de caso 1 (Capítulo 4) foi publicado nos anais da *19th International Conference on Enterprise Information Systems* (ICEIS

2017 – qualis B1) e escolhido *Best Paper* na área HCI – *Human-Computer Interaction*.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se que os mesmos experimentos sejam realizados com um número maior de participantes e em um ambiente de desenvolvimento diferente do experimentado, lembrando que encontrar software que tenha sido desenvolvido por um único desenvolvedor não é uma tarefa trivial. Vale salientar que o experimento foi executado em uma única localização geográfica com uma cultura própria de desenvolvimento de software.

Por fim, há a intenção de utilizar a experiência adquirida neste trabalho em uma possível pesquisa de doutorado, para a criação de uma ferramenta única que faça os testes psicológicos e meça a qualidade de códigos que serão implementados no próprio ambiente da ferramenta. O intuito é garantir que o código tenha sido implementado por um único desenvolvedor, aumentando-se, assim, o número de desenvolvedores aptos a realizarem os experimentos e gerando-se artefatos concretos que auxiliem os gestores de TI na avaliação dos seus desenvolvedores.

REFERÊNCIAS

ANALYZING Application Quality by Using Code Analysis Tools. 2016. <<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd264897.aspx>>.

ARONSON, Z. H.; REILLY, R. R.; LYNN, G. S. The impact of leader personality on new product development teamwork and performance: The moderating role of uncertainty. *Journal of Engineering and Technology Management*, Elsevier, v. 23, n. 3, p. 221–247, 2006.

BARTOL, K. M.; MARTIN, D. C. Managing Information Systems Personnel: A Review of the Literature and Managerial Implications. *MIS Quarterly*, JSTOR, p. 49–70, 1982.

BASIL, V. R. Software modeling and measurement: the goal/question/metric paradigm. 1992.

BERRY D. M., K. E. Ambiguity in Requirements Specification. *International Series in Engineering and Computer Science*, Springer, v. 753, n. 1, p. 7–44, 2004.

BHASIN, H.; SHARMA, D.; POPLI, R. On the reliance of COM Metrics for a C# Project. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, Citeseer, v. 5, n. 3, p. 4288–4291, 2014.

- BOEHM, B. A view of 20th and 21st century software engineering. In: ACM. *Proceedings of the 28th international conference on Software engineering*. [S.l.], 2006. p. 12–29.
- BOSLAUGH, S. *Statistics in a nutshell*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2012.
- CAPRETZ, L. F. Personality Types in Software Engineering. *International Journal of Human-Computer Studies*, Elsevier, v. 58, n. 2, p. 207–214, 2003.
- CHAO, J.; ATLI, G. Critical Personality Traits in Successful Pair Programming. In: IEEE. *Agile Conference, 2006*. [S.l.], 2006. p. 5–pp.
- CHIDAMBER, S. R.; KEMERER, C. F. A Metrics Suite for Object Oriented Design. *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 20, n. 6, p. 476–493, 1994.
- CRUZ, S. S. et al. Personality in Software Engineering: Preliminary Findings from a Systematic Literature Review. In: IET. *15th Annual Conference on Evaluation & Assessment in Software Engineering (EASE 2011)*. [S.l.], 2011. p. 1–10.
- DALLAL, J. A. Constructing Models for Predicting Extract Subclass Refactoring Opportunities using Object-Oriented Quality Metrics. *Information and Software Technology*, v. 54, n. 10, p. 1125–1141, 2012.
- DARCY, D. P.; MA, M. Exploring Individual Characteristics and Programming Performance: Implications for Programmer Selection. In: IEEE. *Proc. of the 38th Annual Hawaii Int. Conf. on System Sciences (HICSS)*. [S.l.], 2005. p. 314a–314a.
- DERRAC, J. et al. A Practical Tutorial on the Use of Nonparametric Statistical Tests as a Methodology for Comparing Evolutionary and Swarm Intelligence Algorithms. *Swarm and Evolutionary Computation*, v. 1, n. 1, p. 3–18, 2011.
- DUBEY, S. K.; RANA, A. A Comprehensive Assessment of Object-Oriented Software Systems Using Metrics Approach. *International Journal on Computer Science and Engineering*, Citeseer, v. 2, n. 08, p. 2726–2730, 2010.
- ELMAZI, D. et al. Friedman Test for Analysing WMNs: A Comparison Study for Genetic Algorithms and Simulated Annealing. In: *9th Int. Conf. on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 171–178.
- FELDT, R. et al. Towards Individualized Software Engineering: Empirical Studies Should Collect Psychometrics. In: ACM. *Proceedings of the 2008 international workshop on Cooperative and human aspects of software engineering*. [S.l.], 2008. p. 49–52.
- FENTON, N.; BIEMAN, J. *Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach*. [S.l.]: CRC Press, 2014.
- FERREIRA, V.; NATASHA, N.; LANGERMAN, J. J. The Correlation between Personality Type and Individual Performance on an ICT Project. In: *9th Int. Conf. on Computer Science & Education*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 425–430.

- FRIEDMAN, M. A Comparison of Alternative Tests of Significance for the Problem of m Rankings. *The Annals of Mathematical Statistics*, v. 11, n. 1, p. 86–92, 1940.
- GLASS, R. L. Evolving a new theory of project success. *Journal of Safety Research*, Springer, v. 30, n. 1, p. 17–24, 1999.
- GOMEZ, M.; ACUNA, S. T. Study of the Relationships Between Personality, Satisfaction and Product Quality in Software Development Teams. In: *Proc. of the 19th Int. Conf. on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE)*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 292–296.
- GORLA, N.; LAM, Y. W. Who Should Work With Whom?: Building Effective Software Project Teams. *Communications of the ACM*, ACM, v. 47, n. 6, p. 79–82, 2004.
- GULATI, J. et al. A Study of Relationship Between Performance, Temperament and Personality of a Software Programmer. In: *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–5.
- HANNAY, J. E. et al. Effects of Personality on Pair Programming. *Software Engineering, IEEE Transactions on*, IEEE, v. 36, n. 1, p. 61–80, 2010.
- INTELLIJ IDEA FRAMEWORK. 2016. <<https://www.jetbrains.com/idea/>>. Accessed: 05/10/2016.
- INTERNATIONAL Personality Item Pool Representation of the NEO PI-R. 2016. <<http://www.personal.psu.edu/~j5j/IPIP/ipipneo120.htm>>.
- JOHARI, K.; KAUR, A. Validation of object oriented metrics using open source software system: an empirical study. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, ACM, v. 37, n. 1, p. 1–4, 2012.
- JR, F. P. B. The mythical man-month (anniversary ed.). Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1995.
- JULIANO, R. C.; TRAVENÇOLO, B. A.; SOARES, M. S. Detection of software anomalies using object-oriented metrics. In: *ICEIS (2)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 241–248.
- JURISTO, N.; MORENO, A. M. *Basics of software engineering experimentation*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2013.
- KANIJ, T.; MERKEL, R.; GRUNDY, J. An Empirical Investigation of Personality Traits of Software Testers. In: IEEE. *8th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE), 2015 IEEE/ACM*. [S.l.], 2015. p. 1–7.
- KITCHENHAM, B. What's up with software metrics?—A preliminary mapping study. *Journal of systems and software*, Elsevier, v. 83, n. 1, p. 37–51, 2010.
- LOUNSBURY, J. W. et al. An investigation of personality traits in relation to career satisfaction. *Journal of Career Assessment*, v. 11, n. 3, p. 287–307, 2003.

- MACFARLAND, T. W.; YATES, J. M. Mann–whitney u test. In: *Introduction to Nonparametric Statistics for the Biological Sciences Using R*. [S.l.]: Springer, 2016. p. 103–132.
- MANN, H. B.; WHITNEY, D. R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The annals of mathematical statistics*, JSTOR, p. 50–60, 1947.
- MCCABE, T. J. A Complexity Measure. *IEEE Transactions on Software Engineering*, n. 4, p. 308–320, 1976.
- MCCRAE, R. R.; JOHN, O. P. An Introduction to The Five-Factor Model and Its Applications. *Personality: critical concepts in psychology*, v. 60, p. 295, 1998.
- MORRIS, M. G.; VENKATESH, V. Job Characteristics and Job Satisfaction: Understanding the Role of Enterprise Resource Planning System Implementation. *Mis Quarterly*, p. 143–161, 2010.
- MOURMANT, G.; GALLIVAN, M. How Personality Type Influences Decision Paths in The Unfolding Model of Voluntary Job Turnover: An Application to IS Professionals. In: ACM. *Proceedings of the 2007 ACM SIGMIS CPR conference on Computer personnel research: The global information technology workforce*. [S.l.], 2007. p. 134–143.
- MYERS, I. B.; MCCAULLEY, M. H.; MOST, R. *Manual, A Guide To The Development And Use of The Myers-Briggs Type Indicator*. [S.l.]: Consulting Psychologists Press, 1985.
- MYERS, I. B. et al. *MBTI Manual: A Guide To The Development and Use Of The Myers-Briggs Type Indicator*. [S.l.]: Consulting Psychologists Press Palo Alto, CA, 1998. v. 3.
- NERIS Analytics, free personality test. 2016. <<http://www.16personalities.com/free-personalitytest>>.
- NORMAN, W. T. 2800 Personality trait descriptors–normative operating characteristics for a university population. ERIC, 1967.
- ODA, T. et al. Analysis of Mesh Router Placement in Wireless Mesh Networks using Friedman Test Considering Different Meta-Heuristics. *Int. J. of Communication Networks and Distributed Systems*, v. 15, n. 1, p. 84–106, 2015.
- OLBRICH, S. et al. The Evolution and Impact of Code Smells: A Case Study of Two Open Source Systems. In: IEEE COMPUTER SOCIETY. *Proc. of the 2009 3rd Int. Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*. [S.l.], 2009. p. 390–400.
- ORNE, M. T. On the social psychology of the psychological experiment: With particular reference to demand characteristics and their implications. *American psychologist*, American Psychological Association, v. 17, n. 11, p. 776, 1962.

PEARSON, K. Mathematical Contributions to the Theory of Evolution.—On a Form of Spurious Correlation Which May Arise When Indices Are Used in the Measurement of Organs. *Proc. of the Royal Society of London*, v. 60, n. 359-367, p. 489–498, 1896.

PESLAK, A. R. The Impact of Personality on Information Technology Team Projects. In: ACM. *Proceedings of the 2006 ACM SIGMIS CPR conference on computer personnel research: Forty four years of computer personnel research: achievements, challenges & the future*. [S.l.], 2006. p. 273–279.

POCIUS, K. E. Personality Factors in Human-Computer Interaction: A Review of the Literature. *Computers in Human Behavior*, v. 7, n. 3, p. 103–135, 1991.

PRESSMAN, R.; MAXIM, B. *Engenharia de Software-8ª Edição*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016.

PRESSMAN, R. S. *Engenharia de software: Uma abordagem profissional*. McGraw Hill Brasil, 2011.

RADJENOVIC, D. et al. Software fault prediction metrics: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, Elsevier, v. 55, n. 8, p. 1397–1418, 2013.

RAZA, A; CAPRETZ, L F. Do Personality Profiles Differ in The Pakistani Software Industry and Academia. *Int. Journal of Soft. Eng.*, p. 60–66, 2012.

RUMSEY, D. J. *Statistics for Dummies*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2011.

RUTHERFOORD, R. H. Using Personality Inventories to Form Teams for Class Projects: A Case Study. In: ACM. *Proceedings of the 7th conference on Information technology education*. [S.l.], 2006. p. 9–14.

SALLEH, N.; MENDES, E.; GRU, J. The Effects of Openness to Experience on Pair Programming in a Higher Education Context. In: IEEE. *24th IEEE-CS Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T), 2011*. [S.l.], 2011. p. 149–158.

SALLEH, N.; MENDES, E.; GRU, J. Investigating the effects of personality traits on pair programming in a higher education setting through a family of experiments. *Empirical Software Engineering*, v. 12, n. 4, p. 714–752, 2012.

SALLEH, N. et al. An Empirical Study of The Effects of Personality in Pair Programming Using The Five-Factor Model. In: IEEE COMPUTER SOCIETY. *Proceedings of the 2009 3rd international symposium on empirical software engineering and measurement*. [S.l.], 2009. p. 214–225.

SALLEH, N. et al. An Empirical Study of The Effects of Conscientiousness in Pair Programming Using The Five-Factor Personality Model. In: ACM. *Proceedings of the 32nd ACM/IEEE International Conference on Software Engineering-Volume 1*. [S.l.], 2010. p. 577–586.

- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, JSTOR, v. 52, n. 3/4, p. 591–611, 1965.
- SHOAIB, L.; NADEEM, A.; AKBAR, A. An Empirical Evaluation of The Influence of Human Personality on Exploratory Software Testing. In: IEEE. *Multitopic Conference, 2009. INMIC 2009. IEEE 13th International*. [S.l.], 2009. p. 1–6.
- SHULL, F.; CARVER, J.; TRAVASSOS, G. H. An empirical methodology for introducing software processes. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, ACM, v. 26, n. 5, p. 288–296, 2001.
- SMITH, E. K.; BIRD, C.; ZIMMERMANN, T. Beliefs, Practices, and Personalities of Software Engineers: A Survey in a Large Software Company. In: ACM. *Proceedings of the 9th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE)*. [S.l.], 2016. p. 15–18.
- SPINELLIS, D.; ANDROUTSELLIS-THEOTOKIS, S. Software Development Tooling: Information, Opinion, Guidelines, and Tools. *IEEE Software*, IEEE, n. 6, p. 21–23, 2014.
- SRIVASTAVA, S.; KUMAR, R. Indirect Method to Measure Software Quality using CK-OO Suite. In: *Int. Conf. on Intelligent Systems and Signal Processing (ISSP)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 47–51.
- TEAM Foundation Server. 2016. <<https://msdn.microsoft.com/pt-br/vstudio/ff637362.aspx>>. Accessed:05/09/2016.
- TRAVASSOS, G. H.; GUROV, D.; AMARAL, E. *Introdução à engenharia de software experimental*. [S.l.]: UFRJ, 2002.
- VARONA, D. et al. Evolution of Software Engineers' Personality Profile. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, v. 37, n. 1, p. 1–5, 2012.
- WHITMIRE, S. A. *Object oriented design measurement*. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- WIESCHE, M.; KRCMAR, H. The Relationship of Personality Models and Development Tasks in Software Engineering. In: *Proc. of the 52nd ACM Conf. on Computers and People Research*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 149–161.
- WIRTH, N. A brief history of software engineering. *IEEE Annals of the History of Computing*, Project MUSE, v. 1, n. 3, p. 32–39, 2008.
- WOHLIN, C. et al. *Experimentation in software engineering*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2012.
- YILMAZ, M.; O'CONNOR, R. V. Towards The Understanding and Classification of The Personality Traits of Software Development Practitioners: Situational Context Cards Approach. In: IEEE. *38th EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*. [S.l.], 2012. p. 400–405.